

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621271

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621271 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 28.07.2021  
Spécification des échantillons S31 (350-480)

Unité Résultat Limite Méthode

### Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	°	11,9			Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°				NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation <sup>*)</sup>	g	°	120			Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction <sup>*)</sup>	ml		900			Selon norme lixiviation

### Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	°	0,69			
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179
Broyeur à mâchoires		°				méthode interne
Matière sèche	%	°	78,2			NEN-EN15934; EN12880

### Calcul des Fractions solubles

Antimoine cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,14			Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,001			Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		39			Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		10			Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		4,0			Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		1500			Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,1			Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,0003			Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,20			Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		340			Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques

pH-H2O		°	8,6			Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms		2300			conforme ISO 10694 (2008)

### Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		°				NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)
-------------------------------	--	---	--	--	--	------------------------------------

### Métaux

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621271

Spécification des échantillons **S31 (350-480)**

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	7,6		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<0,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	10		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	7,8		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	0,13		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	7,7		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	38		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	22		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphtène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (6 Borneff) - somme</b>	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181
<b>Somme HAP (VROM)</b>	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (EPA) - somme</b>	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
<b>Somme Xylènes</b>	mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155
<b>BTEX total</b>	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	<20,0		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .



## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621271

Spécification des échantillons **S31 (350-480)**

· Début des analyses: 30.07.2021  
· Fin des analyses: 06.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "·".



# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621272

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621272 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 28.07.2021  
Spécification des échantillons S32 (20-160)

Unité Résultat Limite Méthode

### Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	°	53,1			Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°				NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation <sup>*)</sup>	g	°	130			Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction <sup>*)</sup>	ml		900			Selon norme lixiviation

### Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	°	0,58			
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179
Broyeur à mâchoires		°				méthode interne
Matière sèche	%	°	73,5			NEN-EN15934; EN12880

### Calcul des Fractions solubles

Antimoine cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,31			Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,001			Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		280			Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		11			Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		1,0			Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		23000			Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,1			Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,0003			Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,33			Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		14000			Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques

pH-H2O		°	7,6			Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms		210000			conforme ISO 10694 (2008)

### Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		°				NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)
-------------------------------	--	---	--	--	--	------------------------------------

### Métaux

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621272

### Spécification des échantillons S32 (20-160)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	16		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<0,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	24		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	54		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	0,24		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	34		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	85		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	56		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	0,11		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	0,11		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	0,10		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)peryène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	0,110 <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
Somme HAP (VROM)	mg/kg Ms	0,220 <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	0,320 <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Somme Xylènes	mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155
BTEX total	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	<20,0		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	2,9		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".



## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621272

Spécification des échantillons **S32 (20-160)**

· Début des analyses: 30.07.2021  
· Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "·".

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621273

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621273 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 28.07.2021  
Spécification des échantillons S32 (160-220)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
<b>Lixiviation</b>				
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	° 1,8		Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°		NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation	g	° 110		Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction	ml	° 900		Selon norme lixiviation

### Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	° 0,71		
Prétraitement de l'échantillon		°		Conforme à NEN-EN 16179
Matière sèche	%	° 85,0		NEN-EN15934; EN12880

### Calcul des Fractions solubles

Antimoine cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0,19		Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,001		Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 7,0		Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,02		Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 10		Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0,02		Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 3,0		Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 1000		Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,1		Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,0003		Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0,06		Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 400		Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,02		Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques

pH-H2O		° 8,6		Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	° 6000		conforme ISO 10694 (2008)

### Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		°		NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)
-------------------------------	--	---	--	------------------------------------

### Métaux

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621273

### Spécification des échantillons S32 (160-220)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	7,4		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<0,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	21		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	15		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	0,07		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	20		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	72		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	37		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphtène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)peryène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181
Somme HAP (VROM)	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Somme Xylènes	mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155
BTEX total	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	<20,0		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .







## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621273

Spécification des échantillons **S32 (160-220)**

· Début des analyses: 30.07.2021  
· Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "·".

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621274

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621274 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 28.07.2021  
Spécification des échantillons S32 (220-340)

Unité Résultat Limite Méthode

### Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	°	<0,1			Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°				NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation <sup>*)</sup>	g	°	110			Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction <sup>*)</sup>	ml		900			Selon norme lixiviation

### Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	°	0,72			
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179
Matière sèche	%	°	82,1			NEN-EN15934; EN12880

### Calcul des Fractions solubles

Antimoine cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,66			Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,11			Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,27			Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,001			Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		75			Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		65			Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,19			Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 1			Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		2600			Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,1			Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,0006			Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,31			Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		800			Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,09			Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques

pH-H2O		°	8,2			Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms		18000			conforme ISO 10694 (2008)

### Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		°				NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)
-------------------------------	--	---	--	--	--	------------------------------------

### Métaux

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621274

### Spécification des échantillons S32 (220-340)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	9,6		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	0,2		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	14		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	110		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	4,84		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	13		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	300		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	140		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphtène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	0,073		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	0,12		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	0,076		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	0,078		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	0,11		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	0,10		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)peryène	mg/kg Ms	0,15		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	0,11		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (6 Borneff) - somme</b>	mg/kg Ms	<b>0,590</b> <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
<b>Somme HAP (VROM)</b>	mg/kg Ms	<b>0,631</b> <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (EPA) - somme</b>	mg/kg Ms	<b>0,817</b> <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
<b>Somme Xylènes</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		ISO 22155
<b>BTEX total</b> <sup>1)</sup>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	<20,0		ISO 16703
Fraction C10-C12 <sup>1)</sup>	mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16 <sup>1)</sup>	mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C16-C20 <sup>1)</sup>	mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C20-C24 <sup>1)</sup>	mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C24-C28 <sup>1)</sup>	mg/kg Ms	3,3		ISO 16703
Fraction C28-C32 <sup>1)</sup>	mg/kg Ms	4,3		ISO 16703
Fraction C32-C36 <sup>1)</sup>	mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C36-C40 <sup>1)</sup>	mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621274

Spécification des échantillons **S32 (220-340)**

Unité                      Résultat      Limite                      Méthode

### Polychlorobiphényles

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
<b>Somme 6 PCB</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		NEN-EN 16167
<b>Somme 7 PCB (Ballschmitter)</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		NEN-EN 16167
PCB (28)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (52)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (101)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (118)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (138)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (153)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (180)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167

### Analyses sur éluat après lixiviation

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
L/S cumulé	ml/g	<b>10,0</b>		Selon norme lixiviation
Conductivité électrique	µS/cm	<b>310</b>		Selon norme lixiviation
pH		<b>8,2</b>		Selon norme lixiviation
Température	°C	<b>20,2</b>		Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques sur éluat

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Résidu à sec	mg/l	<b>260</b>		Equivalent à NF EN ISO 15216
Fluorures (F)	mg/l	<b>&lt;0,1</b>		Conforme à ISO 10359-1, conforme à EN 16192
Indice phénol	mg/l	<b>&lt;0,010</b>		NEN-EN 16192
Chlorures (Cl)	mg/l	<b>7,5</b>		Conforme à ISO 15923-1
Sulfates (SO4)	mg/l	<b>80</b>		Conforme à ISO 15923-1
COT	mg/l	<b>6,5</b>		conforme EN 16192

### Métaux sur éluat

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Antimoine (Sb)	µg/l	<b>66</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Arsenic (As)	µg/l	<b>11</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Baryum (Ba)	µg/l	<b>27</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Cadmium (Cd)	µg/l	<b>&lt;0,1</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Chrome (Cr)	µg/l	<b>&lt;2,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Cuivre (Cu)	µg/l	<b>19</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Mercure (Hg)	µg/l	<b>0,06</b>		NEN-EN 1483 (2007)
Molybdène (Mo)	µg/l	<b>31</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Nickel (Ni)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Plomb (Pb)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Sélénium (Se)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Zinc (Zn)	µg/l	<b>9,4</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées ° sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Des différences sont notées par rapport aux lignes directrices si moins de 2 kg d'échantillon ont été livrés

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621274

Spécification des échantillons **S32 (220-340)**

· Début des analyses: 30.07.2021  
· Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "·".

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621275

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621275 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 28.07.2021  
Spécification des échantillons S33 (5-130)

Unité Résultat Limite Méthode

### Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	°	<0,1			Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°				NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation <sup>*)</sup>	g	°	110			Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction <sup>*)</sup>	ml		900			Selon norme lixiviation

### Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	°	0,63			
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179
Matière sèche	%	°	85,2			NEN-EN15934; EN12880

### Calcul des Fractions solubles

Antimoine cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,08			Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,27			Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,001			Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		45			Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 10			Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,03			Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		2,0			Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		2600			Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,1			Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,0003			Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,09			Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		930			Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,02			Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques

pH-H2O		°	7,8			Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms		130000			conforme ISO 10694 (2008)

### Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		°				NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)
-------------------------------	--	---	--	--	--	------------------------------------

### Métaux

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621275

Spécification des échantillons **S33 (5-130)**

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	15		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	0,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	17		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	150		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	0,52		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	20		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	270		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	130		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	0,087		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	0,070		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)peryène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	0,0700 <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
Somme HAP (VROM)	mg/kg Ms	0,157 <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	0,157 <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Somme Xylènes	mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155
BTEX total	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	24,1		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	3,6		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	5,3		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	5,5		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	2,7		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".



# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621275

Spécification des échantillons **S33 (5-130)**

Unité                      Résultat      Limite                      Méthode

### Polychlorobiphényles

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
<b>Somme 6 PCB</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		NEN-EN 16167
<b>Somme 7 PCB (Ballschmitter)</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		NEN-EN 16167
PCB (28)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (52)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (101)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (118)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (138)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (153)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (180)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167

### Analyses sur éluat après lixiviation

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
L/S cumulé	ml/g	<b>10,0</b>		Selon norme lixiviation
Conductivité électrique	µS/cm	<b>310</b>		Selon norme lixiviation
pH		<b>8,9</b>		Selon norme lixiviation
Température	°C	<b>20,1</b>		Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques sur éluat

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Résidu à sec	mg/l	<b>260</b>		Equivalent à NF EN ISO 15216
Fluorures (F)	mg/l	<b>0,2</b>		Conforme à ISO 10359-1, conforme à EN 16192
Indice phénol	mg/l	<b>&lt;0,010</b>		NEN-EN 16192
Chlorures (Cl)	mg/l	<b>4,5</b>		Conforme à ISO 15923-1
Sulfates (SO4)	mg/l	<b>93</b>		Conforme à ISO 15923-1
COT	mg/l	<b>&lt;1,0</b>		conforme EN 16192

### Métaux sur éluat

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Antimoine (Sb)	µg/l	<b>8,4</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Arsenic (As)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Baryum (Ba)	µg/l	<b>27</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Cadmium (Cd)	µg/l	<b>&lt;0,1</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Chrome (Cr)	µg/l	<b>&lt;2,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Cuivre (Cu)	µg/l	<b>2,6</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Mercure (Hg)	µg/l	<b>&lt;0,03</b>		NEN-EN 1483 (2007)
Molybdène (Mo)	µg/l	<b>9,3</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Nickel (Ni)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Plomb (Pb)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Sélénium (Se)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Zinc (Zn)	µg/l	<b>2,2</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées ° sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Des différences sont notées par rapport aux lignes directrices si moins de 2 kg d'échantillon ont été livrés

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621275

Spécification des échantillons **S33 (5-130)**

*Début des analyses: 30.07.2021  
Fin des analyses: 06.08.2021*

*Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.*



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) "

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621276

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621276 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 28.07.2021  
Spécification des échantillons S33 (130-280)

Unité Résultat Limite Méthode

### Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	°	14,1			Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°				NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation <sup>*)</sup>	g	°	110			Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction <sup>*)</sup>	ml		900			Selon norme lixiviation

### Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	°	0,66			
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179
Broyeur à mâchoires		°				méthode interne
Matière sèche	%	°	84,1			NEN-EN15934; EN12880

### Calcul des Fractions solubles

Antimoine cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,39			Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,001			Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		29			Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 10			Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,03			Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		3,0			Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		2200			Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,1			Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,0003			Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,35			Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		760			Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques

pH-H2O		°	8,3			Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms		7500			conforme ISO 10694 (2008)

### Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		°				NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)
-------------------------------	--	---	--	--	--	------------------------------------

### Métaux

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621276

### Spécification des échantillons S33 (130-280)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	14		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<0,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	13		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	17		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	0,18		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	11		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	58		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	44		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphtène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	0,17		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	0,21		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	0,21		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	0,11		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	0,095		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	0,11		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	0,13		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	0,084		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	0,094		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (6 Borneff) - somme</b>	mg/kg Ms	<b>0,628</b> <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
<b>Somme HAP (VROM)</b>	mg/kg Ms	<b>0,893</b> <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (EPA) - somme</b>	mg/kg Ms	<b>1,21</b> <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
<b>Somme Xylènes</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		ISO 22155
<b>BTEX total</b>	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	<20,0		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".



## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621276

Spécification des échantillons **S33 (130-280)**

· Début des analyses: 30.07.2021  
· Fin des analyses: 06.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "·".

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621277

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621277 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 28.07.2021  
Spécification des échantillons S33 (420-470)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
<b>Lixiviation</b>				
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	° 1,9		Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°		NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation <sup>*)</sup>	g	° 120		Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction <sup>*)</sup>	ml	° 900		Selon norme lixiviation

<b>Prétraitement des échantillons</b>				
Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	° 0,83		
Prétraitement de l'échantillon		°		Conforme à NEN-EN 16179
Matière sèche	%	° 77,3		NEN-EN15934; EN12880

<b>Calcul des Fractions solubles</b>				
Antimoine cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0,11		Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0 - 0,001		Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 29		Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0 - 0,02		Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 36		Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0,03		Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 2,0		Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0 - 1000		Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0 - 0,1		Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0 - 0,0003		Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0,06		Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 240		Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms	° 0 - 0,02		Selon norme lixiviation

<b>Analyses Physico-chimiques</b>				
pH-H2O		° 8,9		Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	° 2700		conforme ISO 10694 (2008)

<b>Prétraitement pour analyses des métaux</b>				
Minéralisation à l'eau régale		°		NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)

### Métaux



# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621277

### Spécification des échantillons S33 (420-470)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	3,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<0,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	11		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	5,6		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	<0,05		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	9,4		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	4,5		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	14		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)peryène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181
Somme HAP (VROM)	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Somme Xylènes	mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155
BTEX total	) mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	<20,0		ISO 16703
Fraction C10-C12	) mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16	) mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C16-C20	) mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C20-C24	) mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C24-C28	) mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C28-C32	) mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C32-C36	) mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C36-C40	) mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .



## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621277

Spécification des échantillons **S33 (420-470)**

· Début des analyses: 30.07.2021  
· Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "·".

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621278

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621278 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 28.07.2021  
Spécification des échantillons S34 (5-140)

Unité Résultat Limite Méthode

### Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	°	56,0			Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°				NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation <sup>*)</sup>	g	°	110			Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction <sup>*)</sup>	ml		900			Selon norme lixiviation

### Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	°	0,62			
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179
Broyeur à mâchoires		°				méthode interne
Matière sèche	%	°	86,1			NEN-EN15934; EN12880

### Calcul des Fractions solubles

Antimoine cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,30			Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,001			Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		51			Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		11			Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,03			Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		1,0			Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		7500			Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,1			Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,0003			Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,67			Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		4000			Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques

pH-H2O		°	8,2			Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms		50000			conforme ISO 10694 (2008)

### Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		°				NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)
-------------------------------	--	---	--	--	--	------------------------------------

### Métaux

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621278

Spécification des échantillons **S34 (5-140)**

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	12		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<0,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	24		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	57		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	0,14		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	27		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	49		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	65		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphtène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	0,095		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	0,13		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	0,13		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	0,095		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	0,094		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	0,078		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (6 Borneff) - somme</b>	mg/kg Ms	<b>0,302</b> <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
<b>Somme HAP (VROM)</b>	mg/kg Ms	<b>0,398</b> <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (EPA) - somme</b>	mg/kg Ms	<b>0,622</b> <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
<b>Somme Xylènes</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		ISO 22155
<b>BTEX total</b>	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	30,7		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	4,1		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	5,2		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	6,6		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	6,0		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	3,3		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621278

Spécification des échantillons **S34 (5-140)**

Unité                      Résultat      Limite                      Méthode

### Polychlorobiphényles

<b>Somme 6 PCB</b>	mg/kg Ms	<b>0,022</b> <sup>x)</sup>			NEN-EN 16167
<b>Somme 7 PCB (Ballschmitter)</b>	mg/kg Ms	<b>0,022</b> <sup>x)</sup>			NEN-EN 16167
PCB (28)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>			NEN-EN 16167
PCB (52)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>			NEN-EN 16167
PCB (101)	mg/kg Ms	<b>0,002</b>			NEN-EN 16167
PCB (118)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>			NEN-EN 16167
PCB (138)	mg/kg Ms	<b>0,006</b>			NEN-EN 16167
PCB (153)	mg/kg Ms	<b>0,007</b>			NEN-EN 16167
PCB (180)	mg/kg Ms	<b>0,007</b>			NEN-EN 16167

### Analyses sur éluat après lixiviation

L/S cumulé	ml/g	<b>10,0</b>			Selon norme lixiviation
Conductivité électrique	µS/cm	<b>840</b>			Selon norme lixiviation
pH		<b>8,7</b>			Selon norme lixiviation
Température	°C	<b>19,7</b>			Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques sur éluat

Résidu à sec	mg/l	<b>750</b>			Equivalent à NF EN ISO 15216
Fluorures (F)	mg/l	<b>0,1</b>			Conforme à ISO 10359-1, conforme à EN 16192
Indice phénol	mg/l	<b>&lt;0,010</b>			NEN-EN 16192
Chlorures (Cl)	mg/l	<b>5,1</b>			Conforme à ISO 15923-1
Sulfates (SO4)	mg/l	<b>400</b>			Conforme à ISO 15923-1
COT	mg/l	<b>1,1</b>			conforme EN 16192

### Métaux sur éluat

Antimoine (Sb)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>			Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Arsenic (As)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>			Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Baryum (Ba)	µg/l	<b>30</b>			Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Cadmium (Cd)	µg/l	<b>&lt;0,1</b>			Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Chrome (Cr)	µg/l	<b>&lt;2,0</b>			Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Cuivre (Cu)	µg/l	<b>3,2</b>			Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Mercure (Hg)	µg/l	<b>&lt;0,03</b>			NEN-EN 1483 (2007)
Molybdène (Mo)	µg/l	<b>67</b>			Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Nickel (Ni)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>			Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Plomb (Pb)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>			Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Sélénium (Se)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>			Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Zinc (Zn)	µg/l	<b>&lt;2,0</b>			Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées ° sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Des différences sont notées par rapport aux lignes directrices si moins de 2 kg d'échantillon ont été livrés

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621278

Spécification des échantillons **S34 (5-140)**

*Début des analyses: 30.07.2021  
Fin des analyses: 05.08.2021*

*Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.*



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) "



# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621279

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621279 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 28.07.2021  
Spécification des échantillons S34 (140-230)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
<b>Lixiviation</b>				
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	°	<0,1	Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°		NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation	g	°	110	Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction	ml		900	Selon norme lixiviation

<b>Prétraitement des échantillons</b>				
Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	°	0,71	
Prétraitement de l'échantillon		°		Conforme à NEN-EN 16179
Matière sèche	%	°	84,0	NEN-EN15934; EN12880

<b>Calcul des Fractions solubles</b>				
Antimoine cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0 - 0,05	Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0 - 0,05	Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0,32	Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0 - 0,001	Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		39	Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0 - 0,02	Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		11	Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0,03	Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		3,0	Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		2900	Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0 - 0,1	Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0 - 0,0003	Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0,48	Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0 - 0,05	Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0 - 0,05	Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0 - 0,05	Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		940	Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S)	) mg/kg Ms		0,03	Selon norme lixiviation

<b>Analyses Physico-chimiques</b>				
pH-H2O		°	8,2	Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms		2700	conforme ISO 10694 (2008)

<b>Prétraitement pour analyses des métaux</b>				
Minéralisation à l'eau régale		°		NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)

### Métaux

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621279

### Spécification des échantillons S34 (140-230)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	4,4		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<0,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	23		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	16		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	0,13		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	21		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	41		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	42		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)peryène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181
Somme HAP (VROM)	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Somme Xylènes	mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155
BTEX total	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	<20,0		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>*)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .



## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621279

Spécification des échantillons **S34 (140-230)**

· Début des analyses: 30.07.2021  
· Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "·".

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621280

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621280 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 28.07.2021  
Spécification des échantillons S34 (230-340)

Unité Résultat Limite Méthode

### Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	°	<0,1			Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°				NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation <sup>*)</sup>	g	°	110			Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction <sup>*)</sup>	ml		900			Selon norme lixiviation

### Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	°	0,71			
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179
Matière sèche	%	°	82,8			NEN-EN15934; EN12880

### Calcul des Fractions solubles

Antimoine cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,06			Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,08			Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,11			Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,001			Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		13			Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		13			Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,07			Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 1			Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		1400			Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,1			Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,0006			Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,08			Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		540			Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,04			Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques

pH-H2O		°	8,2			Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms		9400			conforme ISO 10694 (2008)

### Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		°				NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)
-------------------------------	--	---	--	--	--	------------------------------------

### Métaux

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621280

### Spécification des échantillons **S34 (230-340)**

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	<b>8,3</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,1</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	<b>13</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	<b>79</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	<b>2,46</b>		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	<b>13</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	<b>140</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	<b>52</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

<i>Naphtalène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Acénaphthylène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Acénaphtène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Fluorène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Phénanthrène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Anthracène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Fluoranthène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Pyrène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Benzo(a)anthracène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Chrysène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Benzo(b)fluoranthène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Benzo(k)fluoranthène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Benzo(a)pyrène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Dibenzo(a,h)anthracène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Benzo(g,h,i)pérylène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Indéno(1,2,3-cd)pyrène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (6 Borneff) - somme</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		équivalent à NF EN 16181
<b>Somme HAP (VROM)</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (EPA) - somme</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

<i>Benzène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		ISO 22155
<i>Toluène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		ISO 22155
<i>Ethylbenzène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		ISO 22155
<i>m,p-Xylène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,10</b>		ISO 22155
<i>o-Xylène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		ISO 22155
<b>Somme Xylènes</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		ISO 22155
<b>BTEX total</b>	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	<b>&lt;20,0</b>		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<b>&lt;4,0</b>		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<b>&lt;4,0</b>		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<b>&lt;2,0</b>		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<b>&lt;2,0</b>		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<b>&lt;2,0</b>		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<b>&lt;2,0</b>		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<b>&lt;2,0</b>		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<b>&lt;2,0</b>		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .







## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621280

Spécification des échantillons **S34 (230-340)**

· Début des analyses: 30.07.2021  
· Fin des analyses: 06.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "·".

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621281

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621281 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 29.07.2021  
Spécification des échantillons S35 (50-200)

Unité Résultat Limite Méthode

### Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	°	20,5			Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°				NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation <sup>*)</sup>	g	°	95			Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction <sup>*)</sup>	ml		900			Selon norme lixiviation

### Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	°	0,68			
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179
Broyeur à mâchoires		°				méthode interne
Matière sèche	%	°	96,0			NEN-EN15934; EN12880

### Calcul des Fractions solubles

Antimoine cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,20			Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,001			Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		60			Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		34			Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,02			Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		4,0			Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		3900			Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,1			Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,0003			Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		1500			Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques

pH-H2O		°	11,1			Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms		2900			conforme ISO 10694 (2008)

### Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		°				NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)
-------------------------------	--	---	--	--	--	------------------------------------

### Métaux

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621281

Spécification des échantillons **S35 (50-200)**

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	<b>3,9</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,1</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	<b>11</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	<b>35</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,05</b>		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	<b>7,4</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	<b>4,7</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	<b>29</b>		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

<i>Naphtalène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Acénaphthylène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Acénaphthène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Fluorène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Phénanthrène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Anthracène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Fluoranthène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Pyrène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Benzo(a)anthracène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Chrysène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Benzo(b)fluoranthène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Benzo(k)fluoranthène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Benzo(a)pyrène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Dibenzo(a,h)anthracène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Benzo(g,h,i)peryène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<i>Indéno(1,2,3-cd)pyrène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (6 Borneff) - somme</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		équivalent à NF EN 16181
<b>Somme HAP (VROM)</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (EPA) - somme</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

<i>Benzène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		ISO 22155
<i>Toluène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		ISO 22155
<i>Ethylbenzène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		ISO 22155
<i>m,p-Xylène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,10</b>		ISO 22155
<i>o-Xylène</i>	mg/kg Ms	<b>&lt;0,050</b>		ISO 22155
<b>Somme Xylènes</b>	mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		ISO 22155
<b>BTEX total</b>	<sup>)</sup> mg/kg Ms	<b>n.d.</b>		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	<b>420</b>		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>)</sup> mg/kg Ms	<b>&lt;4,0</b>		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>)</sup> mg/kg Ms	<b>&lt;4,0</b>		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>)</sup> mg/kg Ms	<b>6,0</b>		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>)</sup> mg/kg Ms	<b>12,1</b>		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>)</sup> mg/kg Ms	<b>40,6</b>		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>)</sup> mg/kg Ms	<b>94</b>		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>)</sup> mg/kg Ms	<b>150</b>		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>)</sup> mg/kg Ms	<b>110</b>		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

page 2 de 4





## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621281

Spécification des échantillons **S35 (50-200)**

*Début des analyses: 30.07.2021*

*Fin des analyses: 05.08.2021*

*Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.*

**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) "

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621282

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621282 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 29.07.2021  
Spécification des échantillons S35 (280-420)

Unité Résultat Limite Méthode

### Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	°	<0,1			Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°				NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation <sup>*)</sup>	g	°	110			Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction <sup>*)</sup>	ml		900			Selon norme lixiviation

### Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	°	0,65			
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179
Matière sèche	%	°	81,9			NEN-EN15934; EN12880

### Calcul des Fractions solubles

Antimoine cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,1			Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,001			Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		20			Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 10			Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,03			Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		3,0			Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 1000			Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,1			Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,0003			Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,26			Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		53			Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques

pH-H2O		°	8,7			Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms		4800			conforme ISO 10694 (2008)

### Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		°				NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)
-------------------------------	--	---	--	--	--	------------------------------------

### Métaux

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621282

### Spécification des échantillons S35 (280-420)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	8,7		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<0,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	14		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	21		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	<0,05		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	12		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	58		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	24		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181
Somme HAP (VROM)	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Somme Xylènes	mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155
BTEX total	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	<20,0		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>1)</sup> mg/kg Ms	<2,0		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .





## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621282

Spécification des échantillons **S35 (280-420)**

· Début des analyses: 30.07.2021  
· Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "·".

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621283

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621283 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 29.07.2021  
Spécification des échantillons Pza3 (0-150)

Unité Résultat Limite Méthode

### Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	°	28,4			Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°				NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation <sup>*)</sup>	g	°	97			Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction <sup>*)</sup>	ml		900			Selon norme lixiviation

### Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	°	0,66			
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179
Broyeur à mâchoires		°				méthode interne
Matière sèche	%	°	93,9			NEN-EN15934; EN12880

### Calcul des Fractions solubles

Antimoine cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,27			Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,001			Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		35			Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		11			Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,02			Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		3,0			Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		2700			Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,1			Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,0006			Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0,07			Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,05			Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		490			Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S) <sup>*)</sup>	mg/kg Ms		0 - 0,02			Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques

pH-H2O		°	9,5			Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms		32000			conforme ISO 10694 (2008)

### Prétraitement pour analyses des métaux

Minéralisation à l'eau régale		°				NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)
-------------------------------	--	---	--	--	--	------------------------------------

### Métaux

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621283

### Spécification des échantillons Pza3 (0-150)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	1,7		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	0,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	4,6		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	2,4		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	<0,05		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	4,2		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	3,9		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	10		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphtène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	0,064		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	<0,10 <sup>m)</sup>		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	<0,10 <sup>m)</sup>		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg Ms	n.d.		équivalent à NF EN 16181
Somme HAP (VROM)	mg/kg Ms	0,0640 <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
HAP (EPA) - somme	mg/kg Ms	0,0640 <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Somme Xylènes	mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155
BTEX total	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	170		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	7,1		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	7,3		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	7,1		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	11,3		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	24		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	52,4		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	55,7		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621283

Spécification des échantillons **Pza3 (0-150)**

Unité Résultat Limite Méthode

### Polychlorobiphényles

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
<b>Somme 6 PCB</b>	mg/kg Ms	<b>0,035</b> x)		NEN-EN 16167
<b>Somme 7 PCB (Ballschmitter)</b>	mg/kg Ms	<b>0,035</b> x)		NEN-EN 16167
PCB (28)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (52)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (101)	mg/kg Ms	<b>0,003</b>		NEN-EN 16167
PCB (118)	mg/kg Ms	<b>&lt;0,001</b>		NEN-EN 16167
PCB (138)	mg/kg Ms	<b>0,010</b>		NEN-EN 16167
PCB (153)	mg/kg Ms	<b>0,011</b>		NEN-EN 16167
PCB (180)	mg/kg Ms	<b>0,011</b>		NEN-EN 16167

### Analyses sur éluat après lixiviation

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
L/S cumulé	ml/g	<b>10,0</b>		Selon norme lixiviation
Conductivité électrique	µS/cm	<b>670</b>		Selon norme lixiviation
pH		<b>11,6</b>		Selon norme lixiviation
Température	°C	<b>19,8</b>		Selon norme lixiviation

### Analyses Physico-chimiques sur éluat

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Résidu à sec	mg/l	<b>270</b>		Equivalent à NF EN ISO 15216
Fluorures (F)	mg/l	<b>0,3</b>		Conforme à ISO 10359-1, conforme à EN 16192
Indice phénol	mg/l	<b>&lt;0,010</b>		NEN-EN 16192
Chlorures (Cl)	mg/l	<b>3,5</b>		Conforme à ISO 15923-1
Sulfates (SO4)	mg/l	<b>49</b>		Conforme à ISO 15923-1
COT	mg/l	<b>1,1</b>		conforme EN 16192

### Métaux sur éluat

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Antimoine (Sb)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Arsenic (As)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Baryum (Ba)	µg/l	<b>27</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Cadmium (Cd)	µg/l	<b>&lt;0,1</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Chrome (Cr)	µg/l	<b>&lt;2,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Cuivre (Cu)	µg/l	<b>2,2</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Mercure (Hg)	µg/l	<b>0,06</b>		NEN-EN 1483 (2007)
Molybdène (Mo)	µg/l	<b>6,7</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Nickel (Ni)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Plomb (Pb)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Sélénium (Se)	µg/l	<b>&lt;5,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)
Zinc (Zn)	µg/l	<b>&lt;2,0</b>		Conforme à EN-ISO 17294-2 (2004)

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

m) Etant donnée l'influence perturbatrice de l'échantillon, les limites de quantification ont été relevées.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées ° sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Des différences sont notées par rapport aux lignes directrices si moins de 2 kg d'échantillon ont été livrés

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

page 3 de 4



Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621283

Spécification des échantillons **Pza3 (0-150)**

*Début des analyses: 30.07.2021  
Fin des analyses: 05.08.2021*

*Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.*



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) "

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621284

n° Cde 1068568 P05181.06 BDC 21-851 Theodora sol  
N° échant. 621284 Solide / Eluat  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 29.07.2021  
Spécification des échantillons Pza3 (150-200)

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
<b>Lixiviation</b>				
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	° <0,1		Selon norme lixiviation
Lixiviation (EN 12457-2)		°		NF EN 12457-2
Masse brute Mh pour lixiviation	g	° 110		Selon norme lixiviation
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction	ml	° 900		Selon norme lixiviation

<b>Prétraitement des échantillons</b>				
Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	° 0,69		
Prétraitement de l'échantillon		°		Conforme à NEN-EN 16179
Matière sèche	%	° 81,8		NEN-EN15934; EN12880

<b>Calcul des Fractions solubles</b>				
Antimoine cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Arsenic cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Baryum cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0,38		Selon norme lixiviation
Cadmium cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,001		Selon norme lixiviation
Chlorures cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 17		Selon norme lixiviation
Chrome cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,02		Selon norme lixiviation
COT cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 18		Selon norme lixiviation
Cuivre cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0,04		Selon norme lixiviation
Fluorures cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 2,0		Selon norme lixiviation
Fraction soluble cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 3800		Selon norme lixiviation
Indice phénol cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,1		Selon norme lixiviation
Mercuré cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0,0003		Selon norme lixiviation
Molybdène cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0,16		Selon norme lixiviation
Nickel cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Plomb cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Sélénium cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,05		Selon norme lixiviation
Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 2100		Selon norme lixiviation
Zinc cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	° 0 - 0,02		Selon norme lixiviation

<b>Analyses Physico-chimiques</b>				
pH-H2O		° 8,2		Cf. NEN-ISO 10390 (sol uniquement)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	° 23000		conforme ISO 10694 (2008)

<b>Prétraitement pour analyses des métaux</b>				
Minéralisation à l'eau régale		°		NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)

### Métaux



# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621284

### Spécification des échantillons **Pza3 (150-200)**

	Unité	Résultat	Limite	Méthode
Arsenic (As)	mg/kg Ms	5,7		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cadmium (Cd)	mg/kg Ms	<0,1		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Chrome (Cr)	mg/kg Ms	15		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Cuivre (Cu)	mg/kg Ms	20		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Mercure (Hg)	mg/kg Ms	0,26		Conforme à ISO 16772 et EN 16174
Nickel (Ni)	mg/kg Ms	14		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Plomb (Pb)	mg/kg Ms	63		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174
Zinc (Zn)	mg/kg Ms	35		Conforme à EN-ISO 11885, EN 16174

### Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Naphtalène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Acénaphthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluorène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Phénanthrène	mg/kg Ms	0,20		équivalent à NF EN 16181
Anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Fluoranthène	mg/kg Ms	0,22		équivalent à NF EN 16181
Pyrène	mg/kg Ms	0,15		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)anthracène	mg/kg Ms	0,084		équivalent à NF EN 16181
Chrysène	mg/kg Ms	0,077		équivalent à NF EN 16181
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(a)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg Ms	<0,050		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (6 Borneff) - somme</b>	mg/kg Ms	0,220 <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
<b>Somme HAP (VROM)</b>	mg/kg Ms	0,581 <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181
<b>HAP (EPA) - somme</b>	mg/kg Ms	0,731 <sup>x)</sup>		équivalent à NF EN 16181

### Composés aromatiques

Benzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Toluène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
Ethylbenzène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
m,p-Xylène	mg/kg Ms	<0,10		ISO 22155
o-Xylène	mg/kg Ms	<0,050		ISO 22155
<b>Somme Xylènes</b>	mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155
<b>BTEX total</b>	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	n.d.		ISO 22155

### Hydrocarbures totaux (ISO)

Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg Ms	46,5		ISO 16703
Fraction C10-C12	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C12-C16	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	<4,0		ISO 16703
Fraction C16-C20	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	3,5		ISO 16703
Fraction C20-C24	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	3,8		ISO 16703
Fraction C24-C28	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	4,6		ISO 16703
Fraction C28-C32	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	7,7		ISO 16703
Fraction C32-C36	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	12,5		ISO 16703
Fraction C36-C40	<sup>y)</sup> mg/kg Ms	11,7		ISO 16703

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".



## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068568 - 621284

Spécification des échantillons **Pza3 (150-200)**

Début des analyses: 30.07.2021  
Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) "

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

## Annexe de N° commande 1068568

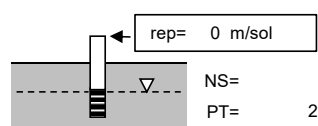
### CONSERVATION, TEMPS DE CONSERVATION ET FLACONNAGE

Le délai de conservation des échantillons est expiré pour les analyses suivantes :

<b>Somme Xylènes</b>	621244, 621245, 621246, 621247,
	621248, 621249, 621250, 621251,
	621252, 621253, 621254, 621255,
	621256, 621257, 621258, 621266,
	621267, 621268, 621269, 621270,
<b>Ethylbenzène</b>	621271, 621272, 621273, 621274,
	621275, 621276, 621277, 621278,
	621279, 621280
	621244, 621245, 621246, 621247,
	621248, 621249, 621250, 621251,
<b>Benzène</b>	621252, 621253, 621254, 621255,
	621256, 621257, 621258, 621266,
	621267, 621268, 621269, 621270,
	621271, 621272, 621273, 621274,
	621275, 621276, 621277, 621278,
<b>Toluène</b>	621279, 621280
	621244, 621245, 621246, 621247,
	621248, 621249, 621250, 621251,
	621252, 621253, 621254, 621255,
	621256, 621257, 621258, 621266,
<b>m,p-Xylène</b>	621267, 621268, 621269, 621270,
	621271, 621272, 621273, 621274,
	621275, 621276, 621277, 621278,
	621279, 621280
	621244, 621245, 621246, 621247,
<b>o-Xylène</b>	621248, 621249, 621250, 621251,
	621252, 621253, 621254, 621255,
	621256, 621257, 621258, 621266,
	621267, 621268, 621269, 621270,
	621271, 621272, 621273, 621274,
621275, 621276, 621277, 621278,	
621279, 621280	

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* " .

<p><b>ANNEXE 6 : FICHES DE PRELEVEMENT DES EAUX SOUTERRAINES</b></p>
--

Généralités				ECHANTILLON	
Affaire :	P05181.06	Client :	Foncière Jaguar		
Opérateur :	MGR	Site :	Theodora		
Date :	30/07/21				
<b>Conditions de prélèvement</b>					
Météo du jour :	Soleil	Météo 3 derniers jours :	Soleil	Météo 20 derniers jours :	Soleil + vent
T° extérieure :	25 °C	Humidité :	70 %	Pression :	1011 hPa
<b>Description point de mesure</b>					
Localisation du point de mesure :			Système de coordonnées :		
Coordonnées GPS (+ précision) : x : y :			Altitude (+ précision) :		
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)		<b>Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))</b>  rep= 0 m/sol NS= 2,11 m/rep PT= 20,76 m/rep		
puits <input type="checkbox"/> forage <input type="checkbox"/> piézomètre <input checked="" type="checkbox"/> autre <input type="checkbox"/> Préciser :					
Point particulier :	Intervention avec un technicien sol essai (impossibilité de l'immobiliser toute la matinée donc purge plus courte)				
<b>Purge préalable :</b> oui <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>					
Capacité en eau de l'ouvrage :	38,68 litres	Volume minimum à renouveler (norme) :		193 litres	
Mode de purge :	Pompage électrique	Matériel utilisé pour la purge : Pompe SDEC Twister 18 m			
Durée :	45 minutes	Débit :	0,2 m <sup>3</sup> /h	Volume extrait :	150 litres
Niveau d'eau avant purge :	2,11 m/rep	Niveau d'eau après purge :	2,52 m/rep	Repère utilisé :	0 m/sol
<b>Mesures in-situ et observations</b>					
Pompe en fonctionnement :	oui <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>	Débit naturel ou de fonctionnement : 0,2 m <sup>3</sup> /h			
Présence de surnageant :	oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Température eau :		15,60 °C	
niveau surnageant :	m/rep	pH :		6,44	
niveau interface :	m/rep	Conductivité :		511,00 µS/cm	
Présence de plongeant :	oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Redox :		201,00 mV	
niveau plongeant :	m/rep	O <sub>2</sub> dissous :		0,15 mg/l 1,40 %	
Niveau statique :	2,11 m/rep	Odeur :		RAS	
Repère utilisé :	0,00 m/sol	Couleur / turbidité :		Clair	
<b>Prélèvement</b>					
Heure début :	10h45	Heure fin :	10h55		
Type de prélèvement :	ponctuel : <input checked="" type="checkbox"/> composite : <input type="checkbox"/> passif : <input type="checkbox"/>				
Type de préleveur :	pompe	marque :	SDEC	modèle/réf. :	Twister
Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : environ -7m sous la surface de l'eau					
Type de flacons / qté :					
Blanc de mesure utilisé :	oui : <input type="checkbox"/> intitulé blanc :	non : <input checked="" type="checkbox"/>			
Dispositions particulières :					
Observations :					
<b>Transport et livraison au laboratoire</b>					
Conditionnement des flacons :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/> autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>			
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par la navette du laboratoire : <input type="checkbox"/>			
Laboratoire d'analyses :	Agrolab	Transport par transporteur express :		<input checked="" type="checkbox"/> UPS	
Date et Heure de Livraison :	<input checked="" type="checkbox"/> Transporteur <input type="checkbox"/> Laboratoire	30/07/2021		16h05	
Analyses prévues : HCT C10-C40, HAP, BTEX, PCB, COHV, 8 EM					

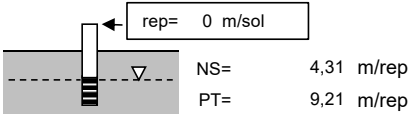
**PRELEVEMENT D'EAUX SOUTERRAINES**

Feuille de terrain et rendu



Généralités				ECHANTILLON	
Affaire :	P05181.06	Client :	Foncière Jaguar		
Opérateur :	MGR	Site :	Theodora		
Date :	30/07/21				
<b>Conditions de prélèvement</b>					
Météo du jour :	Soleil	Météo 3 derniers jours :	Soleil	Météo 20 derniers jours :	Soleil + vent
T° extérieure :	25 °C	Humidité :	70 %	Pression :	1011 hPa
<b>Description point de mesure</b>					
Localisation du point de mesure :			Système de coordonnées :		
Coordonnées GPS (+ précision) : x : y :			Altitude (+ précision) :		
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)		<b>Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))</b> 		
puits <input type="checkbox"/> forage <input type="checkbox"/> piézomètre <input checked="" type="checkbox"/> autre <input type="checkbox"/> Préciser :					
Point particulier :	Intervention avec un technicien sol essai (impossibilité de l'immobiliser toute la matinée donc purge plus courte)				
<b>Purge préalable :</b> oui <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>					
Capacité en eau de l'ouvrage :	43,59 litres	Volume minimum à renouveler (norme) :	218 litres		
Mode de purge :	Pompage électrique	Matériel utilisé pour la purge :	Pompe SDEC Twister 18 m		
Durée :	45 minutes	Débit :	0,2 m³/h	Volume extrait :	150 litres
Niveau d'eau avant purge :	4,03 m/rep	Niveau d'eau après purge :	4,27 m/rep	Repère utilisé :	0 m/sol
<b>Mesures in-situ et observations</b>					
Pompe en fonctionnement :	oui <input checked="" type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/>	Débit naturel ou de fonctionnement :	0,2 m³/h		
Présence de surnageant :	oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Température eau :	15,30 °C		
niveau surnageant :	m/rep	pH :	7,06		
niveau interface :	m/rep	Conductivité :	791,00 µS/cm		
Présence de plongeant :	oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Redox :	-40,00 mV		
niveau plongeant :	m/rep	O <sub>2</sub> dissous :	0,28 mg/l 3,60 %		
Niveau statique :	4,03 m/rep	Odeur :	RAS		
Repère utilisé :	0,00 m/sol	Couleur / turbidité :	legerement chargée en particule fine		
<b>Prélèvement</b>					
Heure début :	9h10	Heure fin :	9h20		
Type de prélèvement :	ponctuel : <input checked="" type="checkbox"/> composite : <input type="checkbox"/> passif : <input type="checkbox"/>				
Type de préleveur :	pompe	marque :	SDEC	modèle/réf. :	Twister
Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : environ -5m sous la surface de l'eau					
Type de flacons / qté :					
Blanc de mesure utilisé :	oui : <input type="checkbox"/> intitulé blanc :	non : <input checked="" type="checkbox"/>			
Dispositions particulières :					
Observations :					
<b>Transport et livraison au laboratoire</b>					
Conditionnement des flacons :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/> autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport :	<input type="checkbox"/>		
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/> non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par la navette du laboratoire :	<input type="checkbox"/>		
Laboratoire d'analyses :	Agrolab	Transport par transporteur express :	<input checked="" type="checkbox"/> UPS		
Date et Heure de Livraison :	<input checked="" type="checkbox"/> Transporteur <input type="checkbox"/> Laboratoire	30/07/2021	16h05		
Analyses prévues : HCT C10-C40, HAP, BTEX, PCB, COHV, 8 EM					



Généralités				ECHANTILLON	
Affaire :	P05181.06	Client :	Foncière Jaguar		FP 101
Opérateur :	MGR	Site :	Theodora		
Date :	30/07/21				
Conditions de prélèvement					
Météo du jour :	Soleil	Météo 3 derniers jours :	Soleil	Météo 20 derniers jours :	Soleil + vent
T° extérieure :	25 °C	Humidité :	70 %	Pression :	1011 hPa
Description point de mesure					
Localisation du point de mesure :			Système de coordonnées :		
Coordonnées GPS (+ précision) : x : y :			Altitude (+ précision) :		
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diamètre, position de la crépine)		Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau statique (NS), prof. totale (PT))		
puits <input type="checkbox"/> forage <input type="checkbox"/> piézomètre <input checked="" type="checkbox"/> autre <input type="checkbox"/> Préciser :					
Point particulier :	L'eau devient turbide après quelques minutes de pompage et ne s'éclaircit pas				
Purge préalable :					
oui <input checked="" type="checkbox"/>		non <input type="checkbox"/>			
Capacité en eau de l'ouvrage :	10,16 litres	Volume minimum à renouveler (norme) :		50,8 litres	
Mode de purge :	Pompage électrique	Matériel utilisé pour la purge :			
		Pompe SDEC Twister 18 m			
Durée :	30 minutes	Débit :	0,2 m <sup>3</sup> /h	Volume extrait :	100 litres
Niveau d'eau avant purge :	4,31 m/rep	Niveau d'eau après purge :	4,55 m/rep	Repère utilisé :	0 m/sol
Mesures in-situ et observations					
Pompe en fonctionnement :	oui <input checked="" type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/>	Débit naturel ou de fonctionnement :		
		0,2 m <sup>3</sup> /h			
Présence de surnageant :	oui : <input type="checkbox"/>	non : <input checked="" type="checkbox"/>	Température eau :	15,80 °C	
niveau surnageant :	m/rep		pH :	6,45	
niveau interface :	m/rep		Conductivité :	731,00 µS/cm	
Présence de plongeant :	oui : <input type="checkbox"/>	non : <input checked="" type="checkbox"/>	Redox :	160,00 mV	
niveau plongeant :	m/rep		O <sub>2</sub> dissous :	0,69 mg/l 7,70 %	
Niveau statique :	4,31 m/rep	Odeur :		RAS	
Repère utilisé :	0,00 m/sol	Couleur / turbidité :		Très turbide	
Prélèvement					
Heure début :	9h50	Heure fin :	10h		
Type de prélèvement :	ponctuel : <input checked="" type="checkbox"/>	composite : <input type="checkbox"/>	passif : <input type="checkbox"/>		
Type de préleveur :	pompe	marque :	SDEC	modèle/réf. :	Twister
Zone prélevée (niveau de l'aspiration de la pompe ou du support passif) : environ -5m sous la surface de l'eau					
Type de flacons / qté :					
Blanc de mesure utilisé :	oui : <input type="checkbox"/>	intitulé blanc :	non : <input checked="" type="checkbox"/>		
Dispositions particulières :					
Observations :					
Transport et livraison au laboratoire					
Conditionnement des flacons :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>	autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport : <input type="checkbox"/>		
Transport assuré par EODD :	oui : <input type="checkbox"/>	non : <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par la navette du laboratoire : <input type="checkbox"/>		
Laboratoire d'analyses :	Agrolab	Transport par transporteur express :		<input checked="" type="checkbox"/> UPS	
Date et Heure de Livraison :	<input checked="" type="checkbox"/> Transporteur	<input type="checkbox"/> Laboratoire	30/07/2021	16h05	
Analyses prévues : HCT C10-C40, HAP, BTEX, PCB, COHV, 8 EM					

## **ANNEXE 7 : BORDEREAUX D'ANALYSE DES EAUX SOUTERRAINES**

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### Information (s) commande n° 1068588

**P05181.06 BDC 21-853 Theodora ES**

Madame, Monsieur

A réception, la température de l'enceinte de vos échantillons était supérieure à 8°C. Ceci peut affecter la fiabilité de certains résultats.

Respectueusement,

**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068588 - 621373

n° Cde 1068588 P05181.06 BDC 21-853 Theodora ES  
N° échant. 621373 Eau  
Date de validation 02.08.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:17  
Prélèvement par: Client  
Spécification des échantillons FP101

Unité Résultat Méthode

### Prétraitement pour analyses des métaux

Filtration métaux					
-------------------	--	--	--	--	--

### Métaux

Arsenic (As)	µg/l	<5,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,10			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Chrome (Cr)	µg/l	<2,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Cuivre (Cu)	µg/l	<2,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Mercure (Hg)	µg/l	<0,03			EN 1483 (2007)
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Zinc (Zn)	µg/l	<2,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)

### HAP

Naphtalène	µg/l	<0,02			méthode interne
Acénaphtylène	µg/l	<0,050			méthode interne
Acénaphène	µg/l	<0,01			méthode interne
Fluorène	µg/l	<0,010			méthode interne
Phénanthrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Anthracène	µg/l	<0,010			méthode interne
Fluoranthène	µg/l	<0,010			méthode interne
Pyrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(a)anthracène	µg/l	<0,010			méthode interne
Chrysène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	<0,01			méthode interne
Benzo(a)pyrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	<0,010			méthode interne
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Somme HAP	µg/l	n.d.			méthode interne
Somme HAP (VROM)	µg/l	n.d.			méthode interne
Somme HAP (16 EPA)	µg/l	n.d.			méthode interne

### Composés aromatiques

Benzène	µg/l	<0,2			Conforme à EN-ISO 11423-1
Toluène	µg/l	<0,5			Conforme à EN-ISO 11423-1
Ethylbenzène	µg/l	<0,5			Conforme à EN-ISO 11423-1

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068588 - 621373

	Unité	Résultat	Méthode
<i>m,p-Xylène</i>	µg/l	<0,2	Conforme à EN-ISO 11423-1
<i>o-Xylène</i>	µg/l	<0,50	Conforme à EN-ISO 11423-1
<b>Somme Xylènes</b>	µg/l	n.d.	Conforme à EN-ISO 11423-1

### COHV

Dichlorométhane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	Conforme à EN-ISO 10301
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
1,2-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	0,7	Conforme à EN-ISO 10301
Chlorure de Vinyle	µg/l	<0,2	Méthode interne (mesurage conforme à EN-ISO 10301 et conforme à ISO 11423-1)
<i>cis-1,2-Dichloroéthène</i>	µg/l	<0,50	Conforme à EN-ISO 10301
<i>Trans-1,2-Dichloroéthylène</i>	µg/l	<0,50	Conforme à EN-ISO 10301
<b>Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes</b>	µg/l	n.d.	Conforme à EN-ISO 10301
Trichloroéthylène	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
Tétrachloroéthylène	µg/l	<0,1	Conforme à EN-ISO 10301

### Polychlorobiphényles

<i>PCB (28)</i>	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (52)</i>	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (101)</i>	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (118)</i>	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (138)</i>	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (153)</i>	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (180)</i>	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
<b>Somme PCB (STI) (ASE)</b>	µg/l	n.d.	Équivalent à EN-ISO 6468
<b>Somme 7 PCB (Ballschmiter)</b>	µg/l	n.d.	Équivalent à EN-ISO 6468

### Hydrocarbures totaux

Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	<50	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C10-C12	µg/l	<10	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C12-C16	µg/l	<10	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C16-C20	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C20-C24	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C24-C28	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C28-C32	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C32-C36	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C36-C40	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021

Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* )".

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068588 - 621373



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068588 - 621374

n° Cde 1068588 P05181.06 BDC 21-853 Theodora ES  
N° échant. 621374 Eau  
Date de validation 02.08.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:17  
Prélèvement par: Client  
Spécification des échantillons FP103

Unité Résultat Méthode

### Prétraitement pour analyses des métaux

Filtration métaux					
-------------------	--	--	--	--	--

### Métaux

Arsenic (As)	µg/l	<0,50			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,10			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Chrome (Cr)	µg/l	<2,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Cuivre (Cu)	µg/l	<2,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Mercure (Hg)	µg/l	<0,03			EN 1483 (2007)
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Zinc (Zn)	µg/l	2,6			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)

### HAP

Naphtalène	µg/l	<0,02			méthode interne
Acénaphthylène	µg/l	<0,050			méthode interne
Acénaphthène	µg/l	<0,01			méthode interne
Fluorène	µg/l	<0,010			méthode interne
Phénanthrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Anthracène	µg/l	<0,010			méthode interne
Fluoranthène	µg/l	<0,010			méthode interne
Pyrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(a)anthracène	µg/l	<0,010			méthode interne
Chrysène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	<0,01			méthode interne
Benzo(a)pyrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	<0,010			méthode interne
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Somme HAP	µg/l	n.d.			méthode interne
Somme HAP (VROM)	µg/l	n.d.			méthode interne
Somme HAP (16 EPA)	µg/l	n.d.			méthode interne

### Composés aromatiques

Benzène	µg/l	0,4			Conforme à EN-ISO 11423-1
Toluène	µg/l	0,5			Conforme à EN-ISO 11423-1
Ethylbenzène	µg/l	<0,5			Conforme à EN-ISO 11423-1

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .



# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068588 - 621374

	Unité	Résultat	Méthode
<i>m,p-Xylène</i>	µg/l	0,3	Conforme à EN-ISO 11423-1
<i>o-Xylène</i>	µg/l	<0,50	Conforme à EN-ISO 11423-1
<b>Somme Xylènes</b>	µg/l	0,3 <sup>x)</sup>	Conforme à EN-ISO 11423-1

### COHV

Dichlorométhane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	Conforme à EN-ISO 10301
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
1,2-Dichloroéthane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	<0,1	Conforme à EN-ISO 10301
Chlorure de Vinyle	µg/l	<0,2	Méthode interne (mesurage conforme à EN-ISO 10301 et conforme à ISO 11423-1)
<i>cis-1,2-Dichloroéthène</i>	µg/l	1,4	Conforme à EN-ISO 10301
<i>Trans-1,2-Dichloroéthylène</i>	µg/l	<0,50	Conforme à EN-ISO 10301
<b>Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes</b>	µg/l	1,4 <sup>x)</sup>	Conforme à EN-ISO 10301
Trichloroéthylène	µg/l	<0,5	Conforme à EN-ISO 10301
Tétrachloroéthylène	µg/l	<0,1	Conforme à EN-ISO 10301

### Polychlorobiphényles

PCB (28)	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
PCB (52)	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
PCB (101)	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
PCB (118)	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
PCB (138)	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
PCB (153)	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
PCB (180)	µg/l	<0,010	Équivalent à EN-ISO 6468
<b>Somme PCB (STI) (ASE)</b>	µg/l	n.d.	Équivalent à EN-ISO 6468
<b>Somme 7 PCB (Ballschmiter)</b>	µg/l	n.d.	Équivalent à EN-ISO 6468

### Hydrocarbures totaux

Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	<50	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C10-C12 <sup>)</sup>	µg/l	<10	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C12-C16 <sup>)</sup>	µg/l	<10	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C16-C20 <sup>)</sup>	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C20-C24 <sup>)</sup>	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C24-C28 <sup>)</sup>	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C28-C32 <sup>)</sup>	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C32-C36 <sup>)</sup>	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C36-C40 <sup>)</sup>	µg/l	<5,0	Équivalent à EN-ISO 9377-2

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021

Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068588 - 621374

**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068588 - 621375

n° Cde 1068588 P05181.06 BDC 21-853 Theodora ES  
N° échant. 621375 Eau  
Date de validation 02.08.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:18  
Prélèvement par: Client  
Spécification des échantillons F1

Unité Résultat Méthode

### Prétraitement pour analyses des métaux

Filtration métaux					
-------------------	--	--	--	--	--

### Métaux

Arsenic (As)	µg/l	<0,50			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Cadmium (Cd)	µg/l	0,14			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Chrome (Cr)	µg/l	<2,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Cuivre (Cu)	µg/l	<2,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Mercure (Hg)	µg/l	<0,03			EN 1483 (2007)
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)
Zinc (Zn)	µg/l	3,7			Conforme à EN-ISO17294-2 (2004)

### HAP

Naphtalène	µg/l	<0,02			méthode interne
Acénaphthylène	µg/l	<0,050			méthode interne
Acénaphthène	µg/l	<0,01			méthode interne
Fluorène	µg/l	<0,010			méthode interne
Phénanthrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Anthracène	µg/l	<0,010			méthode interne
Fluoranthène	µg/l	<0,010			méthode interne
Pyrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(a)anthracène	µg/l	<0,010			méthode interne
Chrysène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	<0,01			méthode interne
Benzo(a)pyrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	<0,010			méthode interne
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	<0,010			méthode interne
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	<0,010			méthode interne
Somme HAP	µg/l	n.d.			méthode interne
Somme HAP (VROM)	µg/l	n.d.			méthode interne
Somme HAP (16 EPA)	µg/l	n.d.			méthode interne

### Composés aromatiques

Benzène	µg/l	2,4			Conforme à EN-ISO 11423-1
Toluène	µg/l	2,7			Conforme à EN-ISO 11423-1
Ethylbenzène	µg/l	<0,5			Conforme à EN-ISO 11423-1

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068588 - 621375

	Unité	Résultat	Méthode
<i>m,p-Xylène</i>	µg/l	<b>0,80</b>	Conforme à EN-ISO 11423-1
<i>o-Xylène</i>	µg/l	<b>&lt;0,50</b>	Conforme à EN-ISO 11423-1
<b>Somme Xylènes</b>	µg/l	<b>0,8<sup>x)</sup></b>	Conforme à EN-ISO 11423-1

### COHV

Dichlorométhane	µg/l	<b>&lt;0,5</b>	Conforme à EN-ISO 10301
Tétrachlorométhane	µg/l	<b>&lt;0,1</b>	Conforme à EN-ISO 10301
Trichlorométhane	µg/l	<b>&lt;0,5</b>	Conforme à EN-ISO 10301
1,1-Dichloroéthane	µg/l	<b>&lt;0,5</b>	Conforme à EN-ISO 10301
1,2-Dichloroéthane	µg/l	<b>&lt;0,5</b>	Conforme à EN-ISO 10301
1,1,1-Trichloroéthane	µg/l	<b>&lt;0,5</b>	Conforme à EN-ISO 10301
1,1,2-Trichloroéthane	µg/l	<b>&lt;0,5</b>	Conforme à EN-ISO 10301
1,1-Dichloroéthylène	µg/l	<b>&lt;0,1</b>	Conforme à EN-ISO 10301
Chlorure de Vinyle	µg/l	<b>&lt;0,2</b>	Méthode interne (mesurage conforme à EN-ISO 10301 et conforme à ISO 11423-1)
<i>cis-1,2-Dichloroéthène</i>	µg/l	<b>&lt;0,50</b>	Conforme à EN-ISO 10301
<i>Trans-1,2-Dichloroéthylène</i>	µg/l	<b>&lt;0,50</b>	Conforme à EN-ISO 10301
<b>Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes</b>	µg/l	<b>n.d.</b>	Conforme à EN-ISO 10301
Trichloroéthylène	µg/l	<b>&lt;0,5</b>	Conforme à EN-ISO 10301
Tétrachloroéthylène	µg/l	<b>&lt;0,1</b>	Conforme à EN-ISO 10301

### Polychlorobiphényles

<i>PCB (28)</i>	µg/l	<b>&lt;0,010</b>	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (52)</i>	µg/l	<b>&lt;0,010</b>	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (101)</i>	µg/l	<b>&lt;0,010</b>	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (118)</i>	µg/l	<b>&lt;0,010</b>	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (138)</i>	µg/l	<b>&lt;0,010</b>	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (153)</i>	µg/l	<b>&lt;0,010</b>	Équivalent à EN-ISO 6468
<i>PCB (180)</i>	µg/l	<b>&lt;0,010</b>	Équivalent à EN-ISO 6468
<b>Somme PCB (STI) (ASE)</b>	µg/l	<b>n.d.</b>	Équivalent à EN-ISO 6468
<b>Somme 7 PCB (Ballschmiter)</b>	µg/l	<b>n.d.</b>	Équivalent à EN-ISO 6468

### Hydrocarbures totaux

Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	<b>&lt;50</b>	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C10-C12 <sup>)</sup>	µg/l	<b>&lt;10</b>	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C12-C16 <sup>)</sup>	µg/l	<b>&lt;10</b>	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C16-C20 <sup>)</sup>	µg/l	<b>&lt;5,0</b>	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C20-C24 <sup>)</sup>	µg/l	<b>&lt;5,0</b>	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C24-C28 <sup>)</sup>	µg/l	<b>&lt;5,0</b>	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C28-C32 <sup>)</sup>	µg/l	<b>&lt;5,0</b>	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C32-C36 <sup>)</sup>	µg/l	<b>&lt;5,0</b>	Équivalent à EN-ISO 9377-2
Fraction C36-C40 <sup>)</sup>	µg/l	<b>&lt;5,0</b>	Équivalent à EN-ISO 9377-2

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021

Fin des analyses: 06.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068588 - 621375



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

## **ANNEXE 8 : COUPE DES PIEZAIRS**

# COUPE DE SONDAGE

Feuille de terrain et rendu



Généralités											
Affaire: N° P05181.06		Nom : Theodora			Client : Foncière Jaguar						
Opérateur MGR		Date : 29/07/2021		Heure : 8h50		SONDAGE N° Pza3					
Météo : Soleil		Localisation à partir :		Relevé GPS interne rando							
Système de coordonnées : WGS84		Coordonnées : x : 5,367292			y : 43,330258						
Cote sol z : m		mesuré <input type="checkbox"/>		estimé <input type="checkbox"/>		Nom sous-traitant : Astaruscle					
Cote repère : NGF		Nature repère :		Machine / méthode : Carottier Battu							
Observations de terrain :											
		Indice organoleptique :		PID Type : Mini RAE 3000		Eau		Equipement		Echantillonnage P:ponctuel / C:composite	
Cote		Description et interprétation								Echantillon prélevé C	
0		Enrobé 5 cm						Bouche à clefs			
1		Remblais sablo graveleux brun sombre à noirâtre avec quelques morceaux d'enrobé				Aucun		0		Pza3 (10-150)	
2		Sable limoneux brun sombre				Aucun		0		Pza3 (150-200)	
3		Fin de sondage									
4											
5											
		Cuttings : <input checked="" type="checkbox"/> utilisés en remblai <input type="checkbox"/> stockés sur site <input type="checkbox"/> éliminés vers filière adaptée				Equipement PEHD Ø 30 mm; 1 m de tube plein et 1 m crépiné ; Ouvertures crépine : 0,3 mm ; Foration Ø60 mm					
Transport et livraison au laboratoire											
Conditionnement des flacons :		glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>			autre : <input type="checkbox"/>		Blanc de transport : <input type="checkbox"/>				
Transport assuré par EODD : Oui <input type="checkbox"/>		Non <input checked="" type="checkbox"/>		Transport par navette : <input type="checkbox"/>							
Laboratoire d'analyses :		Agrolab			Transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>		UPS				
Date et heure de livraison :		Transporteur <input checked="" type="checkbox"/>		Laboratoire <input type="checkbox"/>		29/07/2021		16h			
Analyses prévues :		Pack ISDI + 8 EM									



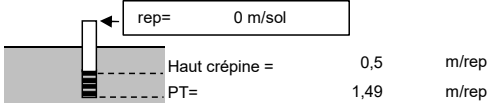
# COUPE DE SONDAGE

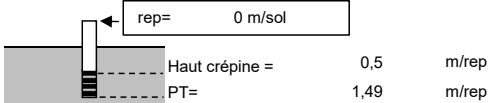
Feuille de terrain et rendu



Généralités																	
Affaire: N°		P05181.06		Nom :			Theodora		Client :		Foncière Jaguar						
Opérateur		MGR		Date :		29/07/2021		Heure :		11h55							
Météo :		Soleil		Localisation à partir :			Relevé GPS interne rando		SONDAGE N° S29/Pza4								
Système de coordonnées :			WGS84			Coordonnées :		x :	5,36822	y :	43,33001						
Cote sol z :		m	mesuré <input type="checkbox"/>	estimé <input type="checkbox"/>	Nom sous-traitant :						Astaruscle						
Cote repère :		NGF		Nature repère :			Machine / méthode :					Carottier Battu					
Observations de terrain :										Echantillonnage							
										P:ponctuel / C:composite							
Cote	Description et interprétation				Indice organoleptique :	PID Type :	Eau	Equipement			Echantillon prélevé	C					
0	Enrobé environ 5 cm				Aucun	0		Bouche à clefs				0					
1	Remblais sableux brun à noirâtre				Aucun	0		C	A	TP	A	S29 (20-170)	1				
2					Aucun	0		massif filtrant	TC	massif filtrant			2				
3	Argile limoneuse brune				Aucun	0		C :	Cimentation	A :	Argile	TP :	Tube plein	TC :	Tube crépiné	S29 (260-320)	3
4	Argile brune à grise légèrement graveleuse				Aucun	0						S29 (320-450)	4				
5	Sable argileux beige saturé en eau				Aucun	0							5				
	Fin de sondage																
Cuttings :		<input checked="" type="checkbox"/>	utilisés en remblai	<input type="checkbox"/>	stockés sur site	<input type="checkbox"/>	éliminés vers filière adaptée	Equipement PEHD Ø 30 mm;					1 m de tube plein et 1 m crépiné ;	Ouvertures crépine : 0,3 mm ; Foration Ø60 mm			
Transport et livraison au laboratoire																	
Conditionnement des flacons :			glacières réfrigérées :			<input checked="" type="checkbox"/>	autre :	<input type="checkbox"/>	Blanc de transport :				<input type="checkbox"/>				
Transport assuré par EODD :			Oui <input type="checkbox"/>	Non <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette :			<input type="checkbox"/>									
Laboratoire d'analyses :			Agrolab			Transporteur express :			<input checked="" type="checkbox"/>	UPS							
Date et heure de livraison :			Transporteur <input checked="" type="checkbox"/>	Laboratoire <input type="checkbox"/>	29/07/2021		16h										
Analyses prévues :			Pack ISDI + 8 EM														

<p><b>ANNEXE 9 : FICHES DE PRELEVEMENTS DES GAZ DU SOL</b></p>
--

Généralités				ECHANTILLON	
Affaire :	P05181.06	Client :	Foncière Jaguar		Pza 1 court
Opérateur :	MGR	Site :	Theodora		
Date :	28/07/21				
Conditions de prélèvement					
Météo du jour :	Soleil	Météo 3 derniers jours :	Soleil	Météo 20 derniers jours :	Soleil + vent
T° extérieure :	26,2 °C	Humidité :	51 %	Pression :	1013,1 hPa
Mesure de fond :	extérieur site : 0	sur site :	0,8	Appareil utilisé :	Mini RAE 3000
Description point de mesure					
Localisation du point de mesure :			Système de coordonnées : WGS84		
Coordonnées GPS (+ précision) : x 5,366672 y 43,331008			Altitude (+ précision) :		
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diam., position de la crépine)		Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau crépine, prof. totale (PT))		
Piézair <input checked="" type="checkbox"/>					
Sondage équipé <input type="checkbox"/>			Haut crépine = 0,5 m/rep		
Canne fichée <input type="checkbox"/>			PT= 1,49 m/rep		
Autre <input type="checkbox"/> Préciser :					
Coupe lithologique des terrains traversés :					
Point particulier :					
Purge préalable :					
		Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>		
Capacité de l'ouvrage :	0,46786 litres	Volume minimum à renouveler (norme) :		2,3393 litres	
Mode de purge :	Pompage	Matériel utilisé pour la purge :		Pompe GilAir Plus	
Durée :	30 minutes	Débit :	1 l/min	Volume extrait :	30 litres
Heure de début de purge :	8h05	Heure de fin de purge :	8h35		
Mesures in-situ et observations					
Mesure PID dans le tube :	Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>		Valeur mesurée :	0,2 ppm
Présence de liquide :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input checked="" type="checkbox"/>		Nature du liquide :	Niveau : m/rep
				Repère utilisé pour la mesure :	0 m/sol
Type de prélèvement de gaz					
Prélèvement actif <input checked="" type="checkbox"/>			Prélèvement passif <input type="checkbox"/>		
Prélèvement actif					Heure de début 8h40
Support / contenant :	Réf pompe	Type	Nombre		
Tube de charbon actif <input checked="" type="checkbox"/>	N° 67	CA grand modèle	1		
Gel de silice <input type="checkbox"/>	N° 76	Hopkalite	2		
Sac tedlar <input type="checkbox"/>					
Autre <input checked="" type="checkbox"/> Préciser :	Hopkalite				
Type de pompe :	manuelle : <input type="checkbox"/>	électrique : <input checked="" type="checkbox"/>	sur réseau : <input type="checkbox"/>		
Marque :	Gilian	Type :	GilAir	Nombre de pompe :	2
Temps de pompage : CA	31 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé :	15,6 litres
Hop	32 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé :	16,1 litres
Pompe étalonnée avec le montage :	Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>			
Montage / support :					
Référence du support :	Intitulé support 1 :	Pza1 CA court ZM	Intitulé support 2 :	Pza1 CA court ZC	
	Intitulé support 1 :	Pza1 Hq court ZM	Intitulé support 2 :	Pza1 Hq court ZC	
Caractéristique de la ligne de prélèvement :	Nature du tuyau : PE		Diamètre : 6 mm		
Profondeur du tuyau d'aspiration :	0 m/sol		Longueur du tuyau aspiration > support : 0,5 m		
Transport et livraison au laboratoire					
Conditionnement des supports :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>		autre : <input type="checkbox"/>		Blanc de transport : <input checked="" type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input checked="" type="checkbox"/>		Transport par navette : <input type="checkbox"/>	
Laboratoire d'analyses :	Agrolab	Transporteur express :		UPS	
Date et heure de livraison :	<input checked="" type="checkbox"/> Transporteur	<input type="checkbox"/> Laboratoire	29/07/2021		15h30
Analyses prévues / support : TPH, BTEXN, Mercure					

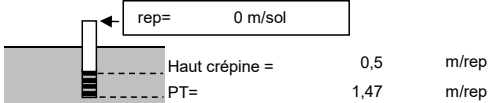
Généralités				ECHANTILLON	
Affaire :	P05181.06	Client :	Foncière Jaguar		Pza 1 long
Opérateur :	MGR	Site :	Theodora		
Date :	28/07/21				
Conditions de prélèvement					
Météo du jour :	Soleil	Météo 3 derniers jours :	Soleil	Météo 20 derniers jours :	Soleil + vent
T° extérieure :	26,2 °C	Humidité :	51 %	Pression :	1013,1 hPa
Mesure de fond :	extérieur site : 0	sur site :	0,8	Appareil utilisé :	Mini RAE 3000
Description point de mesure					
Localisation du point de mesure :			Système de coordonnées : WGS84		
Coordonnées GPS (+ précision) : x 5,366672 y 43,331008			Altitude (+ précision) :		
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diam., position de la crépine)		Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau crépine, prof. totale (PT))		
Piézair <input checked="" type="checkbox"/>					
Sondage équipé <input type="checkbox"/>			Haut crépine = 0,5 m/rep		
Canne fichée <input type="checkbox"/>			PT= 1,49 m/rep		
Autre <input type="checkbox"/> Préciser :					
Coupe lithologique des terrains traversés :					
Point particulier :					
<b>Purge préalable :</b> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>					
Capacité de l'ouvrage :		0,46786 litres	Volume minimum à renouveler (norme) :		2,3393 litres
Mode de purge :		Pompage	Matériel utilisé pour la purge :		Pompe GilAir Plus
Durée :	30 minutes	Débit :	1 l/min	Volume extrait :	30 litres
Heure de début de purge :		8h05	Heure de fin de purge :		8h35
Mesures in-situ et observations					
Mesure PID dans le tube :		Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Valeur mesurée : 0,2 ppm		
Présence de liquide :		Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Nature du liquide :		Niveau : m/rep
Repère utilisé pour la mesure : 0 m/sol					
Type de prélèvement de gaz					
Prélèvement actif <input checked="" type="checkbox"/>			Prélèvement passif <input type="checkbox"/>		
Prélèvement actif					Heure de début 9h15
Support / contenant :	Réf pompe	Type	Nombre		
Tube de charbon actif <input checked="" type="checkbox"/>	N° 67	CA grand modèle	1		
Gel de silice <input type="checkbox"/>	N° 76	Hopkalite	2		
Sac tedlar <input type="checkbox"/>					
Autre <input checked="" type="checkbox"/> Préciser : Hopkalite					Heure de fin CA : 13h45 Hg : 15h45
Type de pompe :		manuelle : <input type="checkbox"/> électrique : <input checked="" type="checkbox"/> sur réseau : <input type="checkbox"/>			
Marque :	Gilian	Type :	GilAir	Nombre de pompe :	2
Temps de pompage :	CA	270 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé : 136 litres
	Hop	390 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé : 197 litres
Pompe étalonnée avec le montage :		Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Montage / support :					
Référence du support :		Intitulé support 1 : Pza1 CA long ZM	Intitulé support 2 : Pza1 CA long ZC		
		Intitulé support 1 : Pza1 Hg long ZM	Intitulé support 2 : Pza1 Hg long ZC		
Caractéristique de la ligne de prélèvement :		Nature du tuyau : PE	Diamètre : 6 mm		
Profondeur du tuyau d'aspiration :		0 m/sol	Longueur du tuyau aspiration > support :		0,5 m
Transport et livraison au laboratoire					
Conditionnement des supports :		glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/> autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport :		<input checked="" type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :		Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette :		<input type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :		Agrolab	Transporteur express :		UPS
Date et heure de livraison :		<input checked="" type="checkbox"/> Transporteur <input type="checkbox"/> Laboratoire	29/07/2021		15h30
Analyses prévues / support : TPH, BTEXN, Mercure					

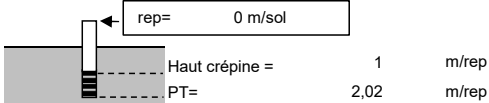
**PRELEVEMENT DE GAZ DU SOL**

Feuille de terrain et rendu



Généralités				ECHANTILLON	
Affaire :	P05181.06	Client :	Foncière Jaguar		Pza 2 court
Opérateur :	MGR	Site :	Theodora		
Date :	28/07/21				
Conditions de prélèvement					
Météo du jour :	Soleil	Météo 3 derniers jours :	Soleil	Météo 20 derniers jours :	Soleil + vent
T° extérieure :	26,2 °C	Humidité :	51 %	Pression :	1013,1 hPa
Mesure de fond :	extérieur site : 0	sur site :	0	Appareil utilisé :	Mini RAE 3000
Description point de mesure					
Localisation du point de mesure :			Système de coordonnées : WGS84		
Coordonnées GPS (+ précision) : x 5,36785 y 43,330065			Altitude (+ précision) :		
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diam., position de la crépine)		Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau crépine, prof. totale (PT))		
Piézair <input checked="" type="checkbox"/>					
Sondage équipé <input type="checkbox"/>			Haut crépine = 0,5 m/rep		
Canne fichée <input type="checkbox"/>			PT= 1,47 m/rep		
Autre <input type="checkbox"/> Préciser :					
Coupe lithologique des terrains traversés :					
Point particulier :					
Purge préalable :					
		Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>		
Capacité de l'ouvrage :	0,46158 litres	Volume minimum à renouveler (norme) :		2,3079 litres	
Mode de purge :	Pompage	Matériel utilisé pour la purge :		Pompe GilAir Plus	
Durée :	24 minutes	Débit :	1 l/min	Volume extrait :	24 litres
Heure de début de purge :	8h22	Heure de fin de purge :	8h46		
Mesures in-situ et observations					
Mesure PID dans le tube :	Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>		Valeur mesurée :	0 ppm
Présence de liquide :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input checked="" type="checkbox"/>		Nature du liquide :	Niveau : m/rep
				Repère utilisé pour la mesure :	0 m/sol
Type de prélèvement de gaz					
Prélèvement actif <input checked="" type="checkbox"/>			Prélèvement passif <input type="checkbox"/>		
Prélèvement actif					Heure de début 8h48
Support / contenant :	Réf pompe	Type	Nombre		
Tube de charbon actif <input checked="" type="checkbox"/>	N° 245	CA grand modèle	1		
Gel de silice <input type="checkbox"/>	N° 4	Hopkalite	2		
Sac tedlar <input type="checkbox"/>					
Autre <input checked="" type="checkbox"/> Préciser :	Hopkalite				
Type de pompe :	manuelle : <input type="checkbox"/>	électrique : <input checked="" type="checkbox"/>	sur réseau : <input type="checkbox"/>		
Marque :	Gilian	Type :	GilAir	Nombre de pompe :	2
Temps de pompage : CA	32 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé :	15,9 litres
Hop	32 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé :	16,1 litres
Pompe étalonnée avec le montage :	Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>			
Montage / support :					
Référence du support :	Intitulé support 1 : Pza2 CA court ZM		Intitulé support 2 : Pza2 CA court ZC		
	Intitulé support 1 : Pza2 Hq court ZM		Intitulé support 2 : Pza2 Hq court ZC		
Caractéristique de la ligne de prélèvement :	Nature du tuyau : PE		Diamètre : 6 mm		
Profondeur du tuyau d'aspiration :	0 m/sol		Longueur du tuyau aspiration > support : 0,5 m		
Transport et livraison au laboratoire					
Conditionnement des supports :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>		autre : <input type="checkbox"/>		Blanc de transport : <input checked="" type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input checked="" type="checkbox"/>		Transport par navette : <input type="checkbox"/>	
Laboratoire d'analyses :	Agrolab	Transporteur express :		UPS	
Date et heure de livraison :	<input checked="" type="checkbox"/> Transporteur	<input type="checkbox"/> Laboratoire	29/07/2021		15h30
Analyses prévues / support : TPH, BTEXN, Mercure					

Généralités				ECHANTILLON		
Affaire :	P05181.06	Client :	Foncière Jaguar		Pza 2 court	
Opérateur :	MGR	Site :	Theodora			
Date :	28/07/21					
Conditions de prélèvement						
Météo du jour :	Soleil	Météo 3 derniers jours :	Soleil	Météo 20 derniers jours :	Soleil + vent	
T° extérieure :	26,2 °C	Humidité :	51 %	Pression :	1013,1 hPa	
Mesure de fond :	extérieur site :	0	sur site :	0	Appareil utilisé :	Mini RAE 3000
Description point de mesure						
Localisation du point de mesure :			Système de coordonnées : WGS84			
Coordonnées GPS (+ précision) : x 5,36785 y 43,330065			Altitude (+ précision) :			
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diam., position de la crépine)		Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau crépine, prof. totale (PT))			
Piézair <input checked="" type="checkbox"/>						
Sondage équipé <input type="checkbox"/>			Haut crépine = 0,5 m/rep			
Canne fichée <input type="checkbox"/>			PT= 1,47 m/rep			
Autre <input type="checkbox"/> Préciser :						
Coupe lithologique des terrains traversés :						
Point particulier :						
<b>Purge préalable :</b> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>						
Capacité de l'ouvrage :		0,46158 litres	Volume minimum à renouveler (norme) :		2,3079 litres	
Mode de purge :		Pompage	Matériel utilisé pour la purge :		Pompe GilAir Plus	
Durée :	24 minutes	Débit :	1 l/min	Volume extrait :	24 litres	
Heure de début de purge :		8h22	Heure de fin de purge :		8h46	
Mesures in-situ et observations						
Mesure PID dans le tube :		Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Valeur mesurée :			0 ppm
Présence de liquide :		Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Nature du liquide :		Niveau :	m/rep
Repère utilisé pour la mesure :						0 m/sol
Type de prélèvement de gaz						
Prélèvement actif <input checked="" type="checkbox"/>			Prélèvement passif <input type="checkbox"/>			
Prélèvement actif					Heure de début 9h22	
Support / contenant :	Réf pompe	Type	Nombre			
Tube de charbon actif <input checked="" type="checkbox"/>	N° 245	CA grand modèle	1			
Gel de silice <input type="checkbox"/>	N° 4	Hopkalite	2			
Sac tedlar <input type="checkbox"/>						
Autre <input checked="" type="checkbox"/> Préciser : Hopkalite					Heure de fin CA : 14h30 Hg : 15h55	
Type de pompe :		manuelle : <input type="checkbox"/> électrique : <input checked="" type="checkbox"/> sur réseau : <input type="checkbox"/>				
Marque :	Gilian	Type :	GilAir	Nombre de pompe :	2	
Temps de pompage :	CA	308 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé :	153 litres
	Hop	393 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé :	197 litres
Pompe étalonnée avec le montage :		Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>				
Montage / support :						
Référence du support :		Intitulé support 1 :	Pza2 CA long ZM	Intitulé support 2 :	Pza2 CA long ZC	
		Intitulé support 1 :	Pza2 Hq long ZM	Intitulé support 2 :	Pza2 Hq long ZC	
Caractéristique de la ligne de prélèvement :		Nature du tuyau :	PE	Diamètre :	6 mm	
Profondeur du tuyau d'aspiration :		0 m/sol	Longueur du tuyau aspiration > support :		0,5 m	
Transport et livraison au laboratoire						
Conditionnement des supports :		glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/> autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport :		<input checked="" type="checkbox"/>	
Transport assuré par EODD :		Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette :		<input type="checkbox"/>	
Laboratoire d'analyses :		Agrolab	Transporteur express :		UPS	
Date et heure de livraison :		<input checked="" type="checkbox"/> Transporteur <input type="checkbox"/> Laboratoire	29/07/2021		15h30	
Analyses prévues / support : TPH, BTEXN, Mercure						

Généralités				ECHANTILLON	
Affaire :	P05181.06	Client :	Foncière Jaguar		Pza 3 court
Opérateur :	MGR	Site :	Theodora		
Date :	30/07/21				
Conditions de prélèvement					
Météo du jour :	Soleil	Météo 3 derniers jours :	Soleil	Météo 20 derniers jours :	Soleil + vent
T° extérieure :	25,7 °C	Humidité :	69 %	Pression :	1011,4 hPa
Mesure de fond :	extérieur site :	0	sur site :	0	Appareil utilisé :
Mini RAE 3000					
Description point de mesure					
Localisation du point de mesure :			Système de coordonnées : WGS84		
Coordonnées GPS (+ précision) : x 5,367809 y 43,329973			Altitude (+ précision) :		
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diam., position de la crépine)		Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau crépine, prof. totale (PT))		
Piézair <input checked="" type="checkbox"/>					
Sondage équipé <input type="checkbox"/>			Haut crépine = 1 m/rep		
Canne fichée <input type="checkbox"/>			PT= 2,02 m/rep		
Autre <input type="checkbox"/>	Préciser :				
Coupe lithologique des terrains traversés :					
Point particulier :					
<b>Purge préalable :</b> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>					
Capacité de l'ouvrage :		0,63428 litres	Volume minimum à renouveler (norme) :		3,1714 litres
Mode de purge :		Pompage	Matériel utilisé pour la purge :		Pompe GilAir Plus
Durée :	27 minutes	Débit :	1 l/min	Volume extrait :	27 litres
Heure de début de purge :		7h35	Heure de fin de purge :		7h52
Mesures in-situ et observations					
Mesure PID dans le tube :		Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Valeur mesurée : 3,8 ppm		
Présence de liquide :		Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Nature du liquide :		Niveau : m/rep
		Repère utilisé pour la mesure :		0 m/sol	
Type de prélèvement de gaz					
Prélèvement actif <input checked="" type="checkbox"/>			Prélèvement passif <input type="checkbox"/>		
Prélèvement actif					Heure de début 7h53
Support / contenant :	Réf pompe	Type	Nombre		
Tube de charbon actif <input checked="" type="checkbox"/>	N° 245	CA grand modèle	1		
Gel de silice <input type="checkbox"/>	N° 76	Hopkalite	2		
Sac tedlar <input type="checkbox"/>					
Autre <input checked="" type="checkbox"/> Préciser : Hopkalite					Heure de fin 8h23
Type de pompe :		manuelle : <input type="checkbox"/>	électrique : <input checked="" type="checkbox"/>	sur réseau : <input type="checkbox"/>	
Marque :	Gilian	Type :	GilAir	Nombre de pompe : 2	
Temps de pompage : CA 30 min		Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé : 14,9 litres	
Hop 30 min		Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé : 15,1 litres	
Pompe étalonnée avec le montage :		Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>		
Montage / support :					
Référence du support :		Intitulé support 1 : Pza3 CA court ZM	Intitulé support 2 : Pza3 CA court ZC		
		Intitulé support 1 : Pza3 Hq court ZM	Intitulé support 2 : Pza3 Hq court ZC		
Caractéristique de la ligne de prélèvement :		Nature du tuyau : PE	Diamètre : 6 mm		
Profondeur du tuyau d'aspiration :		0,25 m/sol	Longueur du tuyau aspiration > support : 0,5 m		
Transport et livraison au laboratoire					
Conditionnement des supports :		glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>	autre : <input type="checkbox"/>		Blanc de transport : <input checked="" type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :		Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette : <input type="checkbox"/>		
Laboratoire d'analyses :		Agrolab	Transporteur express : UPS		
Date et heure de livraison :		<input checked="" type="checkbox"/> Transporteur <input type="checkbox"/> Laboratoire	30/07/2021		16h05
Analyses prévues / support : TPH, BTEXN, Mercure					

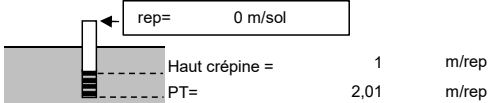


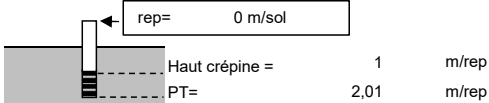
**PRELEVEMENT DE GAZ DU SOL**

Feuille de terrain et rendu



Généralités				ECHANTILLON	
Affaire :	P05181.06	Client :	Foncière Jaguar		Pza 3 long
Opérateur :	MGR	Site :	Theodora		
Date :	30/07/21				
Conditions de prélèvement					
Météo du jour :	Soleil	Météo 3 derniers jours :	Soleil	Météo 20 derniers jours :	Soleil + vent
T° extérieure :	25,7 °C	Humidité :	69 %	Pression :	1011,4 hPa
Mesure de fond :	extérieur site : 0	sur site :	0	Appareil utilisé :	Mini RAE 3000
Description point de mesure					
Localisation du point de mesure :			Système de coordonnées : WGS84		
Coordonnées GPS (+ précision) : x 5,367809 y 43,329973			Altitude (+ précision) :		
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diam., position de la crépine)		Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau crépine, prof. totale (PT))		
Piézair <input checked="" type="checkbox"/>					
Sondage équipé <input type="checkbox"/>					
Canne fichée <input type="checkbox"/>					
Autre <input type="checkbox"/>	Préciser :				
Coupe lithologique des terrains traversés :					
Point particulier :					
Purge préalable :					
		Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>		
Capacité de l'ouvrage :	0,63428 litres	Volume minimum à renouveler (norme) :		3,1714 litres	
Mode de purge :	Pompage	Matériel utilisé pour la purge :		Pompe GilAir Plus	
Durée :	27 minutes	Débit :	1 l/min	Volume extrait :	27 litres
Heure de début de purge :	7h35	Heure de fin de purge :	7h52		
Mesures in-situ et observations					
Mesure PID dans le tube :	Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>	Valeur mesurée : 3,8 ppm		
Présence de liquide :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input checked="" type="checkbox"/>	Nature du liquide :		Niveau : m/rep
			Repère utilisé pour la mesure : 0 m/sol		
Type de prélèvement de gaz					
Prélèvement actif <input checked="" type="checkbox"/>			Prélèvement passif <input type="checkbox"/>		
Prélèvement actif					Heure de début 8h24
Support / contenant :	Réf pompe	Type	Nombre		
Tube de charbon actif <input checked="" type="checkbox"/>	N° 245	CA grand modèle	1		
Gel de silice <input type="checkbox"/>	N° 76	Hopkalite	2		
Sac tedlar <input type="checkbox"/>					
Autre <input checked="" type="checkbox"/>	Préciser : Hopkalite				Heure de fin
					CA : 12h54 Hg : 14h54
Type de pompe :	manuelle : <input type="checkbox"/>	électrique : <input checked="" type="checkbox"/>	sur réseau : <input type="checkbox"/>		
Marque :	Gilian	Type :	GilAir	Nombre de pompe : 2	
Temps de pompage :	CA 270 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé : 134 litres	
	Hop 390 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé : 196 litres	
Pompe étalonnée avec le montage :	Oui <input checked="" type="checkbox"/>	Non <input type="checkbox"/>			
Montage / support :					
Référence du support :	Intitulé support 1 : Pza3 CA long ZM		Intitulé support 2 : Pza3 CA long ZC		
	Intitulé support 1 : Pza3 Hq long ZM		Intitulé support 2 : Pza3 Hq long ZC		
Caractéristique de la ligne de prélèvement :	Nature du tuyau : PE		Diamètre : 6 mm		
Profondeur du tuyau d'aspiration :	0,25 m/sol		Longueur du tuyau aspiration > support : 0,5 m		
Transport et livraison au laboratoire					
Conditionnement des supports :	glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/>		autre : <input type="checkbox"/>		Blanc de transport : <input checked="" type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :	Oui <input type="checkbox"/>	Non <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette : <input type="checkbox"/>		
Laboratoire d'analyses :	Agrolab		Transporteur express : UPS		
Date et heure de livraison :	<input checked="" type="checkbox"/>	Transporteur <input type="checkbox"/>	Laboratoire	30/07/2021	16h05
Analyses prévues / support : TPH, BTEXN, Mercure					

Généralités				ECHANTILLON	
Affaire :	P05181.06	Client :	Foncière Jaguar		Pza 4 court
Opérateur :	MGR	Site :	Theodora		
Date :	30/07/21				
Conditions de prélèvement					
Météo du jour :	Soleil	Météo 3 derniers jours :	Soleil	Météo 20 derniers jours :	Soleil + vent
T° extérieure :	25,7 °C	Humidité :	69 %	Pression :	1011,4 hPa
Mesure de fond :	extérieur site : 0	sur site :	0	Appareil utilisé :	Mini RAE 3000
Description point de mesure					
Localisation du point de mesure :			Système de coordonnées : WGS84		
Coordonnées GPS (+ précision) : x 5,36759 y 43,33058			Altitude (+ précision) :		
Type d'ouvrage ou point de mesure :	Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diam., position de la crépine)		Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau crépine, prof. totale (PT))		
Piézair <input checked="" type="checkbox"/>					
Sondage équipé <input type="checkbox"/>			Haut crépine = 1 m/rep		
Canne fichée <input type="checkbox"/>			PT= 2,01 m/rep		
Autre <input type="checkbox"/> Préciser :					
Coupe lithologique des terrains traversés :					
Point particulier :					
<b>Purge préalable :</b> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>					
Capacité de l'ouvrage :		0,63114 litres	Volume minimum à renouveler (norme) :		3,1557 litres
Mode de purge :		Pompage	Matériel utilisé pour la purge :		Pompe GilAir Plus
Durée :	27 minutes	Débit :	1 l/min	Volume extrait :	27 litres
Heure de début de purge :		7h37	Heure de fin de purge :		7h54
Mesures in-situ et observations					
Mesure PID dans le tube :		Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Valeur mesurée : 0 ppm		
Présence de liquide :		Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Nature du liquide :		Niveau : m/rep
Repère utilisé pour la mesure : 0 m/sol					
Type de prélèvement de gaz					
Prélèvement actif <input checked="" type="checkbox"/>			Prélèvement passif <input type="checkbox"/>		
Prélèvement actif					Heure de début 7h56
Support / contenant :	Réf pompe	Type	Nombre		
Tube de charbon actif <input checked="" type="checkbox"/>	N° 67	CA grand modèle	1		
Gel de silice <input type="checkbox"/>	N° 4	Hopkalite	2		
Sac tedlar <input type="checkbox"/>					
Autre <input checked="" type="checkbox"/> Préciser : Hopkalite					Heure de fin 8h26
Type de pompe :		manuelle : <input type="checkbox"/> électrique : <input checked="" type="checkbox"/> sur réseau : <input type="checkbox"/>			
Marque :	Gilian	Type :	GilAir	Nombre de pompe :	2
Temps de pompage :	CA 30 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé :	15,1 litres
	Hop 30 min	Débit individuel :	0,5 l/min	Volume pompé :	15,1 litres
Pompe étalonnée avec le montage :		Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			
Montage / support :					
Référence du support :		Intitulé support 1 : Pza4 CA court ZM	Intitulé support 2 : Pza4 CA court ZC		
		Intitulé support 1 : Pza4 Hq court ZM	Intitulé support 2 : Pza4 Hq court ZC		
Caractéristique de la ligne de prélèvement :		Nature du tuyau : PE	Diamètre :	6 mm	
Profondeur du tuyau d'aspiration :		0,25 m/sol	Longueur du tuyau aspiration > support :		0,5 m
Transport et livraison au laboratoire					
Conditionnement des supports :		glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/> autre : <input type="checkbox"/>	Blanc de transport :		<input checked="" type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :		Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	Transport par navette :		<input type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :		Agrolab	Transporteur express :		UPS
Date et heure de livraison :		<input checked="" type="checkbox"/> Transporteur <input type="checkbox"/> Laboratoire	30/07/2021		16h05
Analyses prévues / support : TPH, BTEXN, Mercure					

Généralités				ECHANTILLON	
Affaire :	P05181.06	Client :	Foncière Jaguar		Pza 4 long
Opérateur :	MGR	Site :	Theodora		
Date :	30/07/21				
Conditions de prélèvement					
Météo du jour :	Soleil	Météo 3 derniers jours :	Soleil	Météo 20 derniers jours :	Soleil + vent
T° extérieure :	25,7 °C	Humidité :	69 %	Pression :	1011,4 hPa
Mesure de fond :	extérieur site :	0	sur site :	0	Appareil utilisé :
Mini RAE 3000					
Description point de mesure					
Localisation du point de mesure :			Système de coordonnées :		
			WGS84		
Coordonnées GPS (+ précision) : x 5,36759 y 43,33058			Altitude (+ précision) :		
Type d'ouvrage ou point de mesure :		Caractéristiques de l'ouvrage (nature de l'équipement, diam., position de la crépine)		Relevés (repère utilisé pour les mesures (rep), niveau crépine, prof. totale (PT))	
Piézair	<input checked="" type="checkbox"/>				
Sondage équipé	<input type="checkbox"/>			Haut crépine = 1 m/rep	
Canne fichée	<input type="checkbox"/>			PT= 2,01 m/rep	
Autre	<input type="checkbox"/>	Préciser :			
Coupe lithologique des terrains traversés :					
Point particulier :					
<b>Purge préalable :</b> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>					
Capacité de l'ouvrage :		0,63114 litres		Volume minimum à renouveler (norme) :	
				3,1557 litres	
Mode de purge :		Pompage		Matériel utilisé pour la purge :	
				Pompe GilAir Plus	
Durée :		27 minutes		Débit :	
				1 l/min	
Heure de début de purge :		7h37		Volume extrait :	
				27 litres	
Heure de fin de purge :		7h54			
<b>Mesures in-situ et observations</b>					
Mesure PID dans le tube :			Valeur mesurée :		
Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>			0 ppm		
Présence de liquide :			Nature du liquide :		
Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>			Niveau :		
			m/rep		
			Repère utilisé pour la mesure :		
			0 m/sol		
Type de prélèvement de gaz					
Prélèvement actif <input checked="" type="checkbox"/>			Prélèvement passif <input type="checkbox"/>		
Prélèvement actif					Heure de début 8h27
Support / contenant :	Réf pompe	Type	Nombre		
Tube de charbon actif <input checked="" type="checkbox"/>	N° 67	CA grand modèle	1		
Gel de silice <input type="checkbox"/>	N° 4	Hopkalite	2		
Sac tedlar <input type="checkbox"/>					
Autre <input checked="" type="checkbox"/> Préciser : Hopkalite					Heure de fin CA : 12h57 Hg : 14h57
Type de pompe :		manuelle : <input type="checkbox"/> électrique : <input checked="" type="checkbox"/> sur réseau : <input type="checkbox"/>			
Marque :	Gilian	Type :	GilAir	Nombre de pompe :	
				2	
Temps de pompage : CA		270 min		Débit individuel :	
				0,5 l/min	
Hop		390 min		Volume pompé :	
				136 litres	
Pompe étalonnée avec le montage :		Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		Volume pompé :	
				196 litres	
<b>Montage / support :</b>					
Référence du support :		Intitulé support 1 :		Intitulé support 2 :	
		Pza4 CA long ZM		Pza4 CA long ZC	
		Intitulé support 1 :		Intitulé support 2 :	
		Pza4 Hq long ZM		Pza4 Hq long ZC	
<b>Caractéristique de la ligne de prélèvement :</b>					
Nature du tuyau :			PE		
Diamètre :			6 mm		
Profondeur du tuyau d'aspiration :			0,25 m/sol		
Longueur du tuyau aspiration > support :			0,5 m		
Transport et livraison au laboratoire					
Conditionnement des supports :			glacières réfrigérées : <input checked="" type="checkbox"/> autre : <input type="checkbox"/>		Blanc de transport : <input checked="" type="checkbox"/>
Transport assuré par EODD :			Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>		Transport par navette : <input type="checkbox"/>
Laboratoire d'analyses :			Agrolab		Transporteur express : <input checked="" type="checkbox"/>
					UPS
Date et heure de livraison :			<input checked="" type="checkbox"/> Transporteur <input type="checkbox"/> Laboratoire		30/07/2021 16h05
Analyses prévues / support : TPH, BTEXN, Mercure					

<p><b>ANNEXE 10 :           BORDEREAUX D'ANALYSES DES GAZ DU SOL</b></p>
--

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021

N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621310

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621310 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza1 CA long ZM

Unité Résultat Méthode

### Composés aromatiques

	Unité	Résultat	Méthode
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Benzène (tube)	µg/tube	<0,05	méthode interne
Toluène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	0,17	méthode interne
o-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
<b>Somme Xylènes (tube)</b>	µg/tube	<b>0,17</b> <sup>x)</sup>	méthode interne

### TPH

<b>Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)<sup>y)</sup></b>	µg/tube	<b>13</b> <sup>x)</sup>	méthode interne
<b>Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)<sup>y)</sup></b>	µg/tube	<b>n.d.</b>	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) <sup>y)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C8 (tube) <sup>y)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube) <sup>y)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) <sup>y)</sup>	µg/tube	5,6	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) <sup>y)</sup>	µg/tube	7,1	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) <sup>y)</sup>	µg/tube	<0,050	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) <sup>y)</sup>	µg/tube	<0,10	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) <sup>y)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) <sup>y)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) <sup>y)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 30.07.2021

Fin des analyses: 04.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621310



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621311

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621311 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza1 CA long ZC

Unité Résultat Méthode

### Composés aromatiques

	Unité	Résultat	Méthode
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Benzène (tube)	µg/tube	<0,05	méthode interne
Toluène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
o-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Somme Xylènes (tube)	µg/tube	n.d.	méthode interne

### TPH

Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	n.d.	méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	n.d.	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C8 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<0,050	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<0,10	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 30.07.2021  
Fin des analyses: 04.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01



## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621311



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621312

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621312 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza1 Hg long ZM

Unité Résultat Méthode

### Autres analyses

Unité	Résultat	Méthode
Mercuré (Hg)	µg/filtre	<0,008
		conforme NF ISO 17733

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 30.07.2021

Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621313

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621313 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza1 HG long ZC

Unité Résultat Méthode

### Autres analyses

Unité	Résultat	Méthode
Mercuré (Hg)	µg/filtre <0,008	conforme NF ISO 17733

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 30.07.2021

Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621314

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621314 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza2 CA long ZM

Unité Résultat Méthode

### Composés aromatiques

	Unité	Résultat	Méthode
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Benzène (tube)	µg/tube	<0,05	méthode interne
Toluène (tube)	µg/tube	1,4	méthode interne
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	0,39	méthode interne
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	1,3	méthode interne
o-Xylène (tube)	µg/tube	0,37	méthode interne
<b>Somme Xylènes (tube)</b>	µg/tube	<b>1,7</b>	méthode interne

### TPH

<b>Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)<sup>x)</sup></b>	µg/tube	<b>20<sup>x)</sup></b>	méthode interne
<b>Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)<sup>x)</sup></b>	µg/tube	<b>4,6<sup>x)</sup></b>	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	5,5	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C8 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C10 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	2,6	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	6,4	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	5,7	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<0,050	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	1,4	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	3,2	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 30.07.2021

Fin des analyses: 04.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621314



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel    Directeur  
Nr. 08110898            ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.:        Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621315

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621315 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza2 CA long ZC

Unité Résultat Méthode

### Composés aromatiques

Composé	Unité	Résultat	Méthode
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Benzène (tube)	µg/tube	<0,05	méthode interne
Toluène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
o-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Somme Xylènes (tube)	µg/tube	n.d.	méthode interne

### TPH

Composé	Unité	Résultat	Méthode
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	n.d.	méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	n.d.	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C8 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<0,050	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<0,10	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 30.07.2021  
Fin des analyses: 04.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621315



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621316

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621316 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza2 Hg long ZM

Unité Résultat Méthode

### Autres analyses

Unité	Résultat	Méthode
Mercuré (Hg)	0,010	conforme NF ISO 17733

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 30.07.2021  
Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01



# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621317

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621317 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza2 HG long ZC

Unité Résultat Méthode

### Autres analyses

Unité	Résultat	Méthode
µg/filtre	<0,008	conforme NF ISO 17733

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 30.07.2021

Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
Chargée relation clientèle

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621318

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621318 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza3 CA long ZM

Unité Résultat Méthode

### Composés aromatiques

	Unité	Résultat	Méthode
Naphtalène (tube)	µg/tube	0,35	méthode interne
Benzène (tube)	µg/tube	6,4	méthode interne
Toluène (tube)	µg/tube	3,4	méthode interne
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	1,7	méthode interne
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	3,0	méthode interne
o-Xylène (tube)	µg/tube	0,98	méthode interne
<b>Somme Xylènes (tube)</b>	µg/tube	<b>4,0</b>	méthode interne

### TPH

<b>Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)<sup>*)</sup></b>	µg/tube	<b>800</b>	méthode interne
<b>Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)<sup>*)</sup></b>	µg/tube	<b>55</b>	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) <sup>*)</sup>	µg/tube	220	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C8 (tube) <sup>*)</sup>	µg/tube	380	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C10 (tube) <sup>*)</sup>	µg/tube	140	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) <sup>*)</sup>	µg/tube	41	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) <sup>*)</sup>	µg/tube	23	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) <sup>*)</sup>	µg/tube	6,4	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) <sup>*)</sup>	µg/tube	3,4	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) <sup>*)</sup>	µg/tube	38	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) <sup>*)</sup>	µg/tube	3,6	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) <sup>*)</sup>	µg/tube	3,6	méthode interne

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021  
Fin des analyses: 04.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621318



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel    Directeur  
Nr. 08110898            ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.:        Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621319

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621319 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza3 CA long ZC

Unité Résultat Méthode

### Composés aromatiques

Composé	Unité	Résultat	Méthode
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Benzène (tube)	µg/tube	<0,05	méthode interne
Toluène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
o-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Somme Xylènes (tube)	µg/tube	n.d.	méthode interne

### TPH

Composé	Unité	Résultat	Méthode
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	89 <sup>x)</sup>	méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	n.d.	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	74	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C8 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	15	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C10 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<0,050	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<0,10	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021

Fin des analyses: 04.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621319

**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " :

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621320

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621320 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza3 Hg long ZM

Unité Résultat Méthode

### Autres analyses

Unité	Résultat	Méthode
Mercuré (Hg)	µg/filtre <0,008	conforme NF ISO 17733

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021  
Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
Chargée relation clientèle

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621321

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621321 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza3 HG long ZC

Unité Résultat Méthode

### Autres analyses

Mercuré (Hg)	µg/filtre	<0,008		conforme NF ISO 17733
--------------	-----------	--------	--	-----------------------

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021  
Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621322

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621322 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza4 CA long ZM

Unité Résultat Méthode

### Composés aromatiques

	Unité	Résultat	Méthode
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Benzène (tube)	µg/tube	0,67	méthode interne
Toluène (tube)	µg/tube	0,81	méthode interne
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	0,10	méthode interne
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	0,32	méthode interne
o-Xylène (tube)	µg/tube	0,11	méthode interne
<b>Somme Xylènes (tube)</b>	µg/tube	<b>0,43</b>	méthode interne

### TPH

<b>Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)<sup>x)</sup></b>	µg/tube	<b>29</b>	méthode interne
<b>Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)<sup>x)</sup></b>	µg/tube	<b>1,5<sup>x)</sup></b>	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	2,1	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C8 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	4,4	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C10 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	5,5	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	5,8	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	11	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	0,67	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	0,81	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021

Fin des analyses: 04.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".



## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621322



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel    Directeur  
Nr. 08110898            ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.:        Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621323

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621323 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza4 CA long ZC

Unité Résultat Méthode

### Composés aromatiques

Composé	Unité	Résultat	Méthode
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Benzène (tube)	µg/tube	<0,05	méthode interne
Toluène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
o-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Somme Xylènes (tube)	µg/tube	n.d.	méthode interne

### TPH

Composé	Unité	Résultat	Méthode
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	n.d.	méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	n.d.	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C8 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<0,050	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<0,10	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021  
Fin des analyses: 04.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621323



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621324

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621324 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza4 Hg long ZM

Unité Résultat Méthode

### Autres analyses

Unité	Résultat	Méthode
Mercuré (Hg)	0,019	µg/filtre
		conforme NF ISO 17733

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021  
Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621325

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621325 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Pza4 HG long ZC

Unité Résultat Méthode

### Autres analyses

Unité	Résultat	Méthode
µg/filtre	<0,008	conforme NF ISO 17733

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021

Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



# AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621326

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621326 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons CA blanc de terrain

Unité Résultat Méthode

### Composés aromatiques

Composé	Unité	Résultat	Méthode
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Benzène (tube)	µg/tube	<0,05	méthode interne
Toluène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
o-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Somme Xylènes (tube)	µg/tube	n.d.	méthode interne

### TPH

Composé	Unité	Résultat	Méthode
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	n.d.	méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	n.d.	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C8 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<0,050	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<0,10	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) <sup>1)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021  
Fin des analyses: 04.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Kamer van Koophandel Directeur  
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621326



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
**Chargée relation clientèle**

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .

Kamer van Koophandel    Directeur  
Nr. 08110898            ppa. Marc van Gelder  
VAT/BTW-ID-Nr.:        Dr. Paul Wimmer  
NL 811132559 B01

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 06.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1068578 - 621327

n° Cde 1068578 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 621327 Air  
Date de validation 30.07.2021  
Prélèvement 30.07.2021 11:16  
Spécification des échantillons Hg blanc de terrain

Unité Résultat Méthode

### Autres analyses

Unité	Résultat	Méthode
µg/filtre	<0,008	conforme NF ISO 17733

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 02.08.2021  
Fin des analyses: 05.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.



**AL-West B.V. Mme Claire Mura, Tel. +33/380680150**  
Chargée relation clientèle



# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 12.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1070664 - 633469

n° Cde 1070664 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 633469 Air  
Date de validation 09.08.2021  
Prélèvement 09.08.2021  
Spécification des échantillons Pza3 CA court ZM

Unité Résultat Méthode

### Composés aromatiques

	Unité	Résultat	Méthode
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Benzène (tube)	µg/tube	3,1	méthode interne
Toluène (tube)	µg/tube	1,0	méthode interne
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	0,56	méthode interne
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	0,76	méthode interne
o-Xylène (tube)	µg/tube	0,29	méthode interne
<b>Somme Xylènes (tube)</b>	µg/tube	<b>1,1</b>	méthode interne

### TPH

<b>Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube)<sup>x)</sup></b>	µg/tube	<b>340</b> <sup>x)</sup>	méthode interne
<b>Somme Hydrocarbures aromatiques (tube)<sup>x)</sup></b>	µg/tube	<b>10</b> <sup>x)</sup>	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	140	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C8 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	160	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C10 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	36	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	6,2	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	3,1	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	1,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	6,2	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 09.08.2021

Fin des analyses: 12.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 12.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1070664 - 633469

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " .



**AL-West B.V. Mme Delphine Colin, Tel. +33/380681935**  
**Chargée relation clientèle**

# AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

EODD Ingénieurs Conseils (13)  
Avenue Louis Philibert  
Bât. Henry Poincaré  
13100 AIX-EN-PROVENCE  
FRANCE

Date 12.08.2021  
N° Client 35006197

## RAPPORT D'ANALYSES 1070664 - 633470

n° Cde 1070664 P05181.06 BDC 21-852 Theodora GDS  
N° échant. 633470 Air  
Date de validation 09.08.2021  
Prélèvement 09.08.2021  
Spécification des échantillons Pza3 CA court ZC

Unité Résultat Méthode

### Composés aromatiques

Composé	Unité	Résultat	Méthode
Naphtalène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Benzène (tube)	µg/tube	<0,05	méthode interne
Toluène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Ethylbenzène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
m,p-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
o-Xylène (tube)	µg/tube	<0,10	méthode interne
Somme Xylènes (tube)	µg/tube	n.d.	méthode interne

### TPH

Composé	Unité	Résultat	Méthode
Somme Hydrocarbures aliphatiques (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	22 <sup>x)</sup>	méthode interne
Somme Hydrocarbures aromatiques (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	n.d.	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	22	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C8 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<0,050	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<0,10	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16 (tube) <sup>x)</sup>	µg/tube	<2,0	méthode interne

x) Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre.

Début des analyses: 09.08.2021

Fin des analyses: 12.08.2021

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole "x)".

## AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands  
Tel. +31(0)570 788110  
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Date 12.08.2021  
N° Client 35006197

### RAPPORT D'ANALYSES 1070664 - 633470

Les activités rapportées dans ce document sont accréditées selon EN ISO/IEC 17025:2017. Seules les activités non accréditées sont identifiées par le symbole " \* ) " :



**AL-West B.V. Mme Delphine Colin, Tel. +33/380681935**  
**Chargée relation clientèle**

<p><b>ANNEXE 11 :      POINTS DE POLLUTIONS CONCENTREES</b></p>
---



	Projet Théodora - Foncière Jaguar Plan d'implantation des sondages projet & mallage			
	MANDAT	DATE	REFERENCE	PERIODE
	PG5181.06	26/09/2021	PG5181	5

Propriété EODD Ingénieurs conseils - Reproduction Interdite

<b>ANNEXE 12 : PLANS DE TERRASSEMENTS</b>
---



# Légende

ISDI

ISDIA

SNECT

Biocentre

ISDND

ISDD - K1

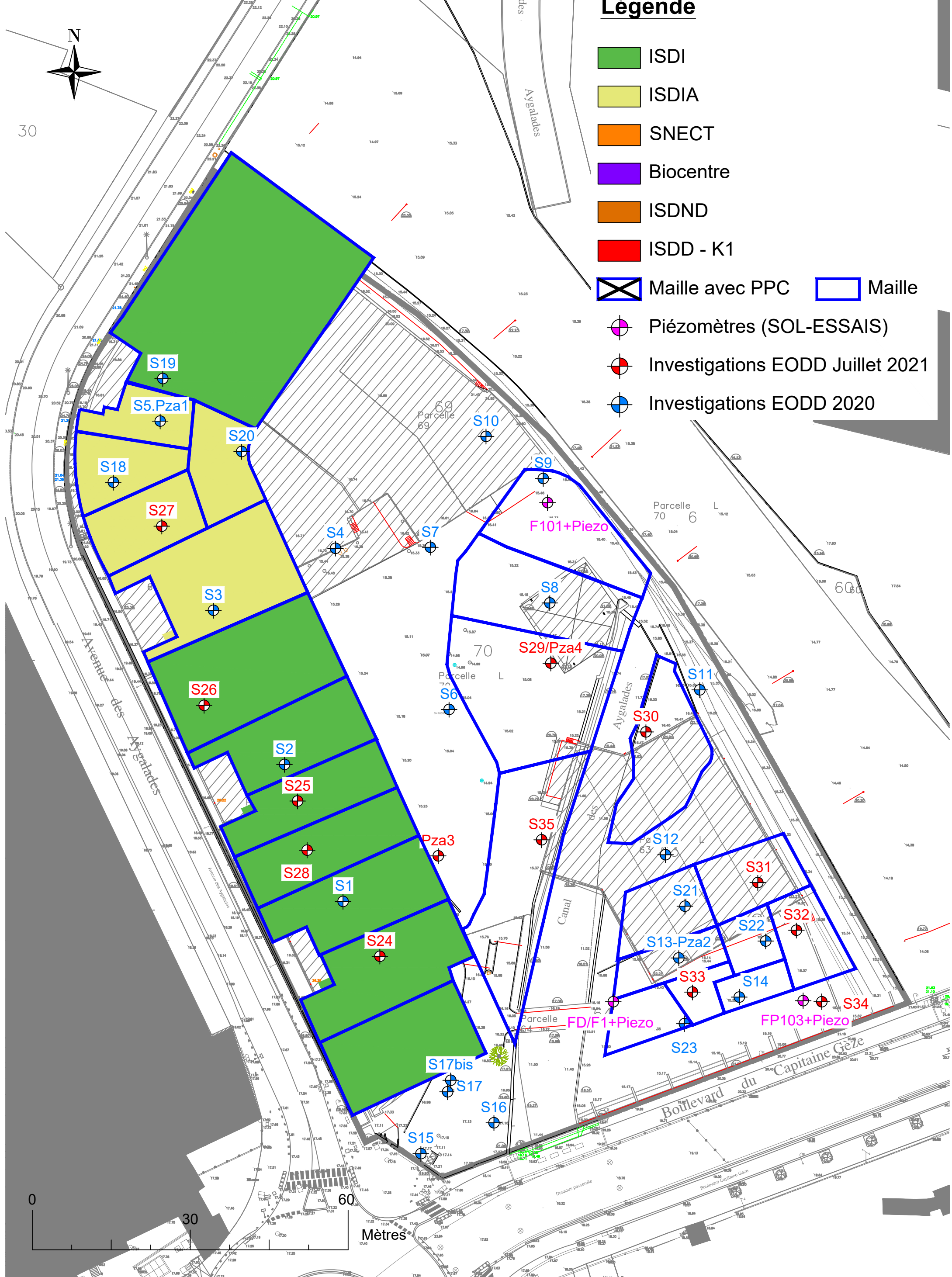
Maille avec PPC

Maille

Piézomètres (SOL-ESSAIS)

Investigations EODD Juillet 2021

Investigations EODD 2020

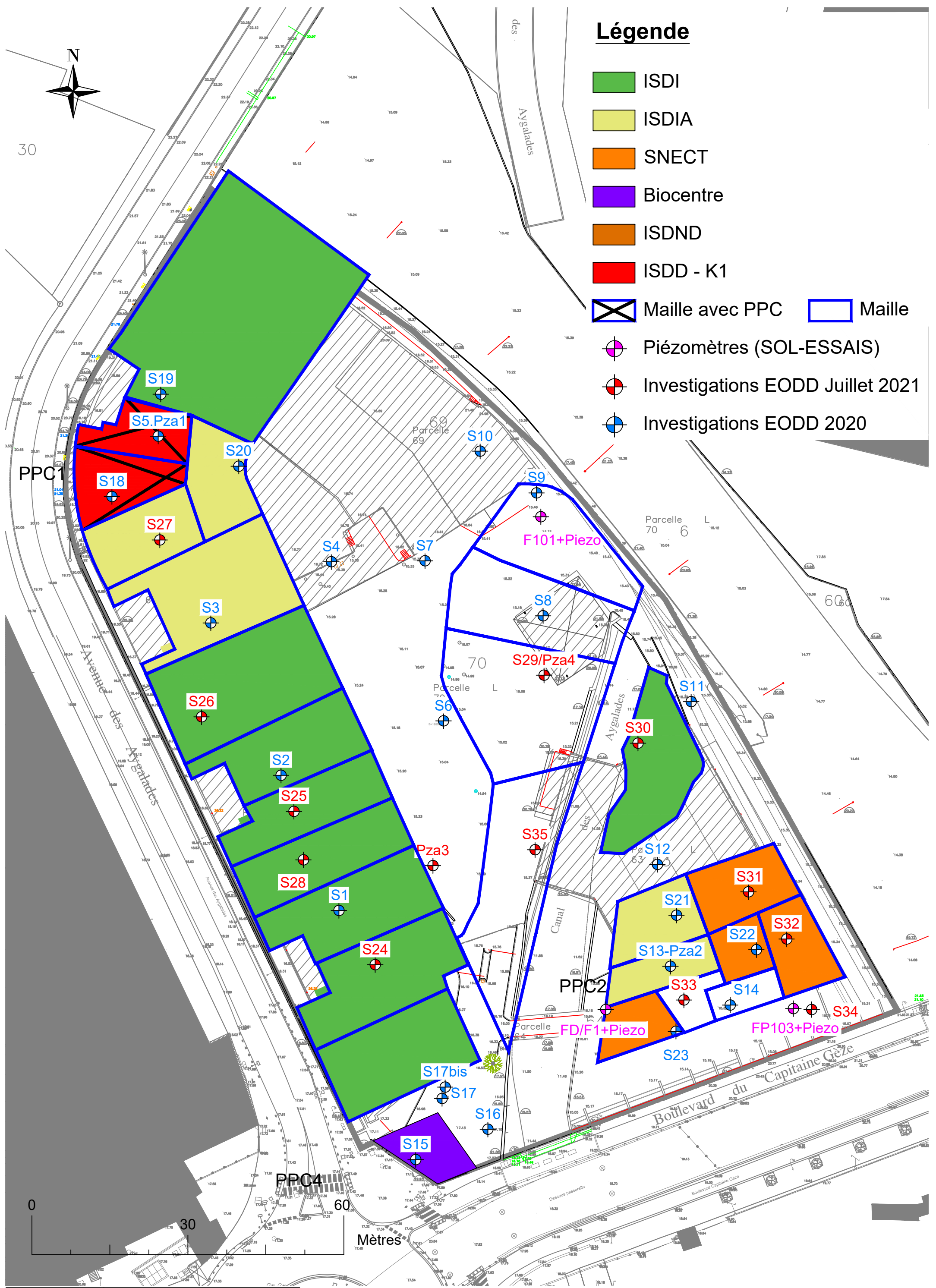


Projet Théodora - Foncière Jaguar			
Plan de terrassement horizon			
TN - 16 mNGF			
MANDAT	DATE	REFERENCE	INDICE
P05181.06	09/09/2021	P05181	0



# Légende

- ISDI
- ISDIA
- SNECT
- Biocentre
- ISDND
- ISDD - K1
- Maille avec PPC
- Maille
- Piézomètres (SOL-ESSAIS)
- Investigations EODD Juillet 2021
- Investigations EODD 2020

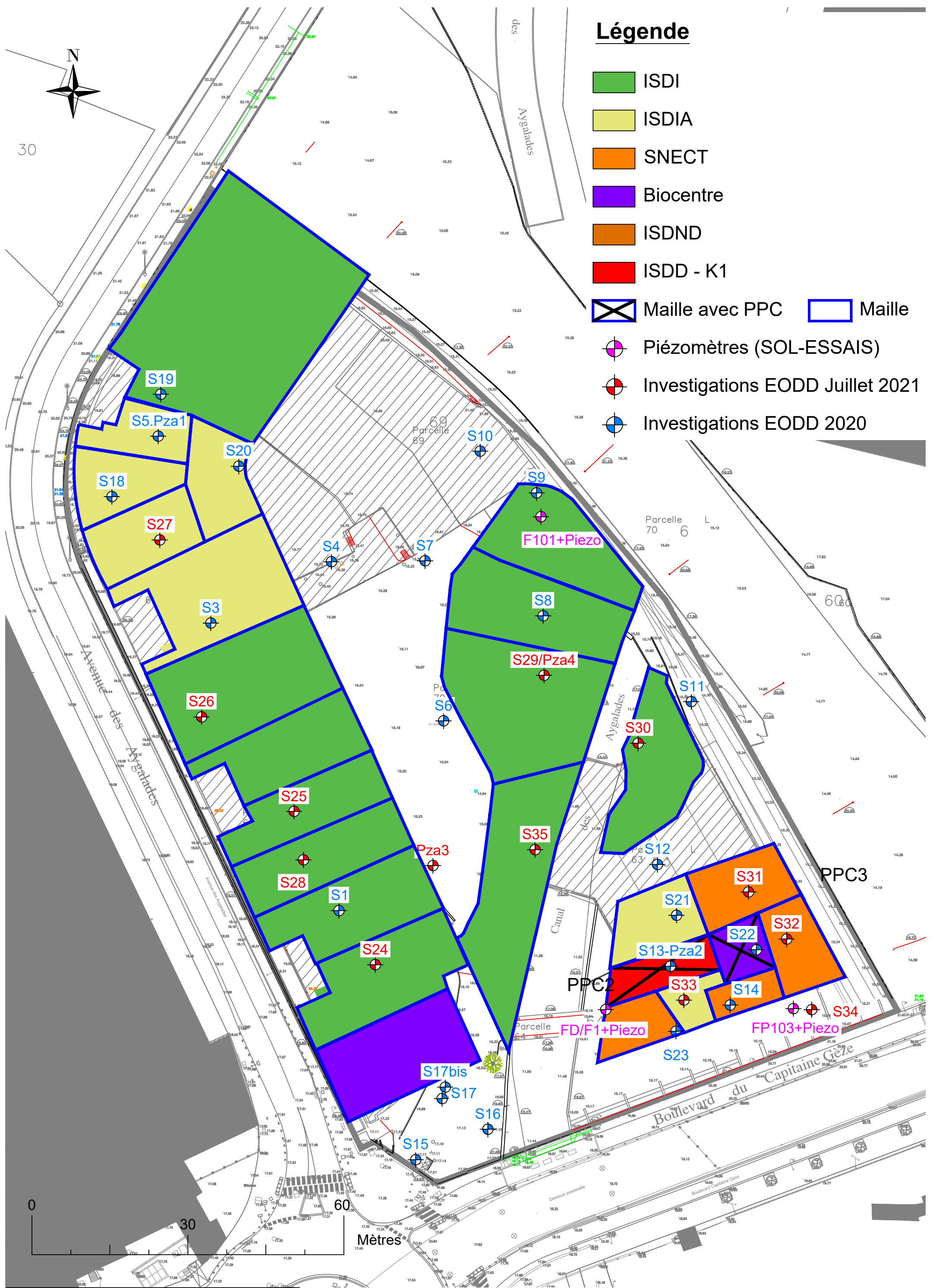




30

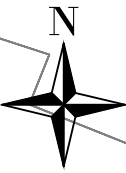
# Légende

- ISDI
- ISDIA
- SNECT
- Biocentre
- ISDND
- ISDD - K1
- Maille avec PPC
- Maille
- +
 Piézomètres (SOL-ESSAIS)
- +
 Investigations EODD Juillet 2021
- +
 Investigations EODD 2020



<b>Projet Théodora - Foncière Jaguar</b> Plan de terrassement horizon 15.5 - 15 mNGF			
MANDAT	DATE	REFERENCE	INDICE
P05181.06	09/09/2021	P05181	0

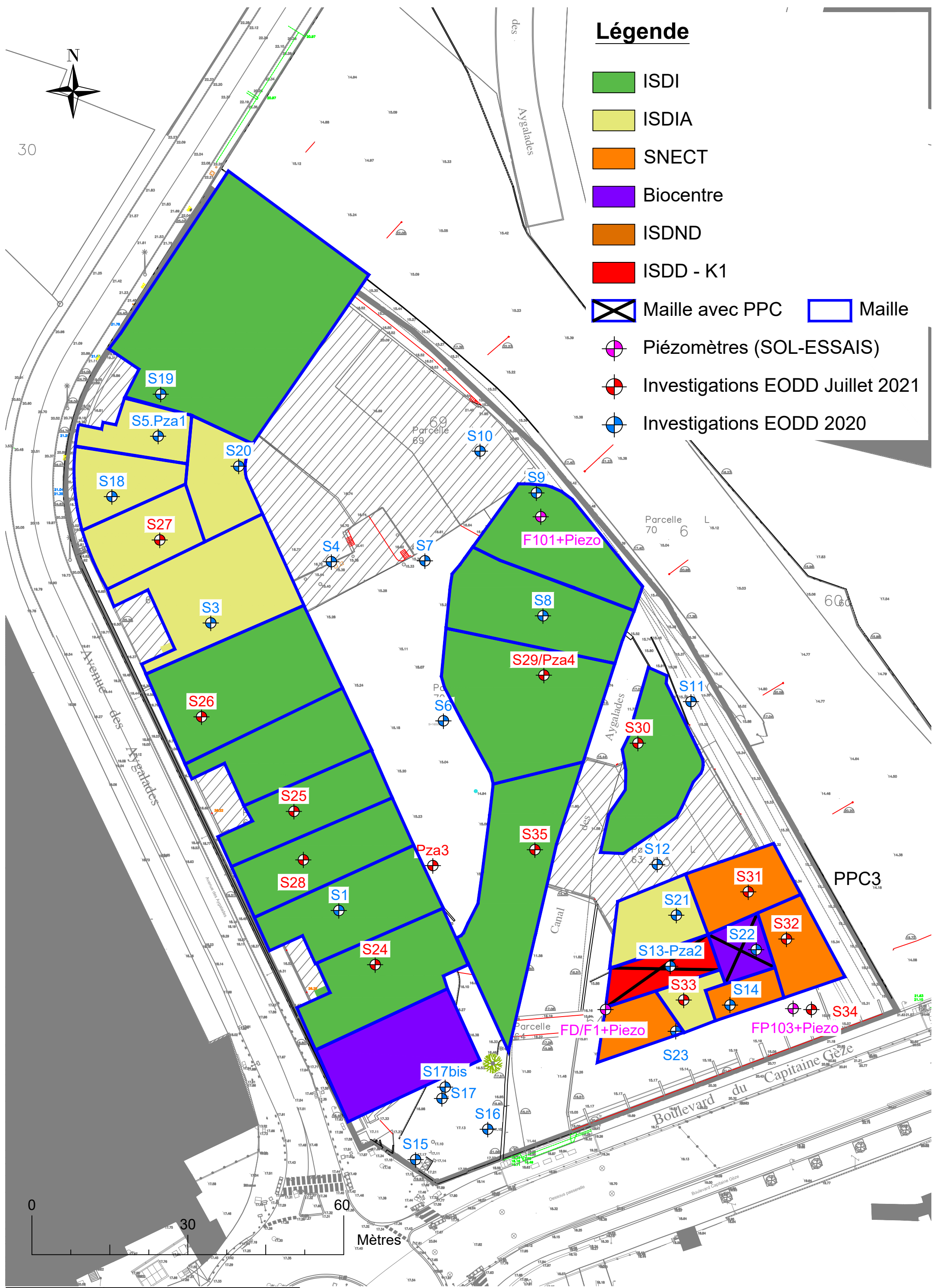




30

# Légende

- ISDI
- ISDIA
- SNECT
- Biocentre
- ISDND
- ISDD - K1
- X
 Maille avec PPC
 
X
 Maille
- +
 Piézomètres (SOL-ESSAIS)
- +
 Investigations EODD Juillet 2021
- +
 Investigations EODD 2020



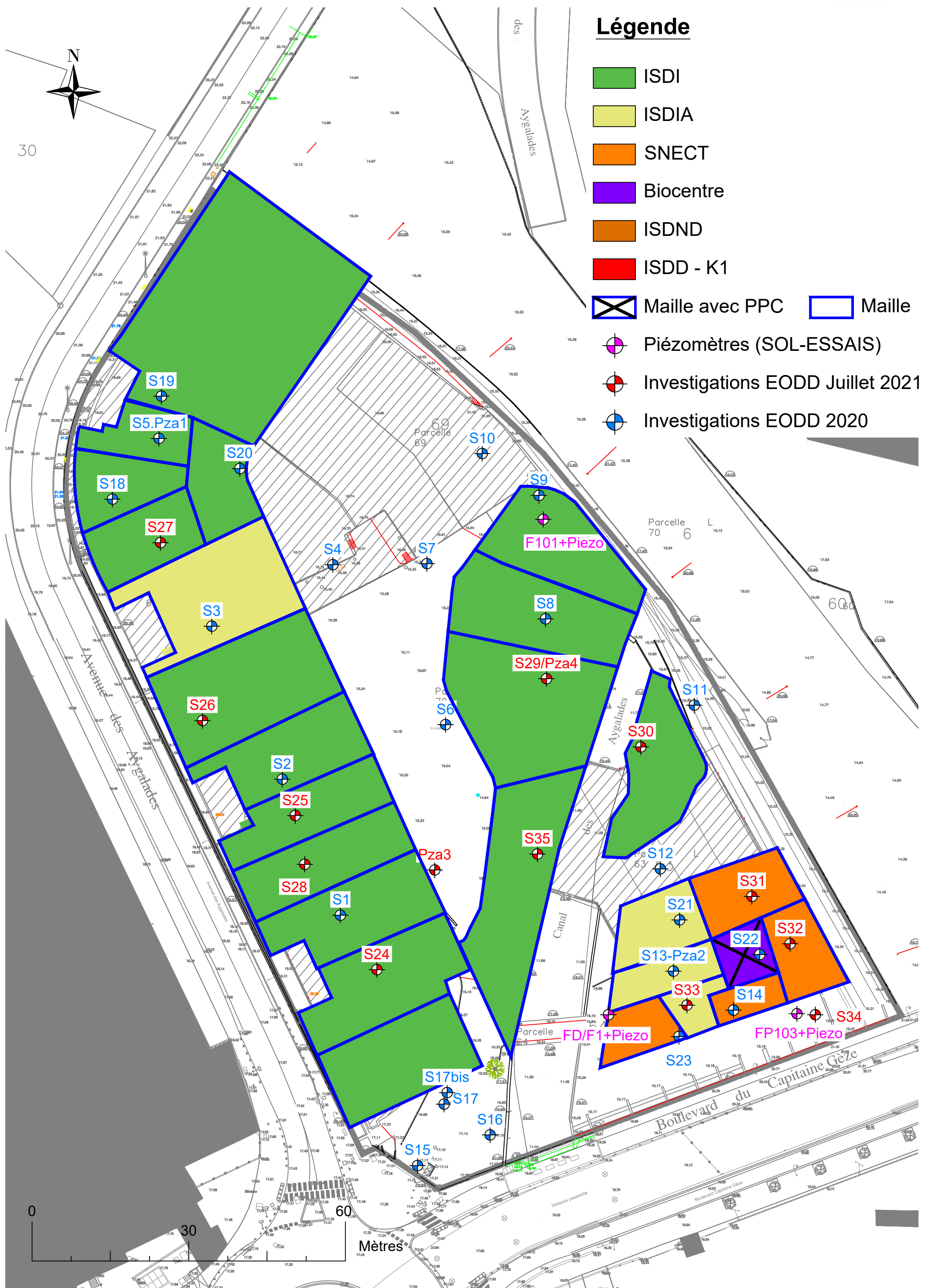
Projet Théodora - Foncière Jaguar  
Plan de terrassement horizon  
15 - 14.5 mNGF

MANDAT	DATE	REFERENCE	INDICE
P05181.06	09/09/2021	P05181	0

# Légende

- ISDI
- ISDIA
- SNECT
- Biocentre
- ISDND
- ISDD - K1
- Maille avec PPC
 

 Maille
- +
 Piézomètres (SOL-ESSAIS)
- +
 Investigations EODD Juillet 2021
- +
 Investigations EODD 2020



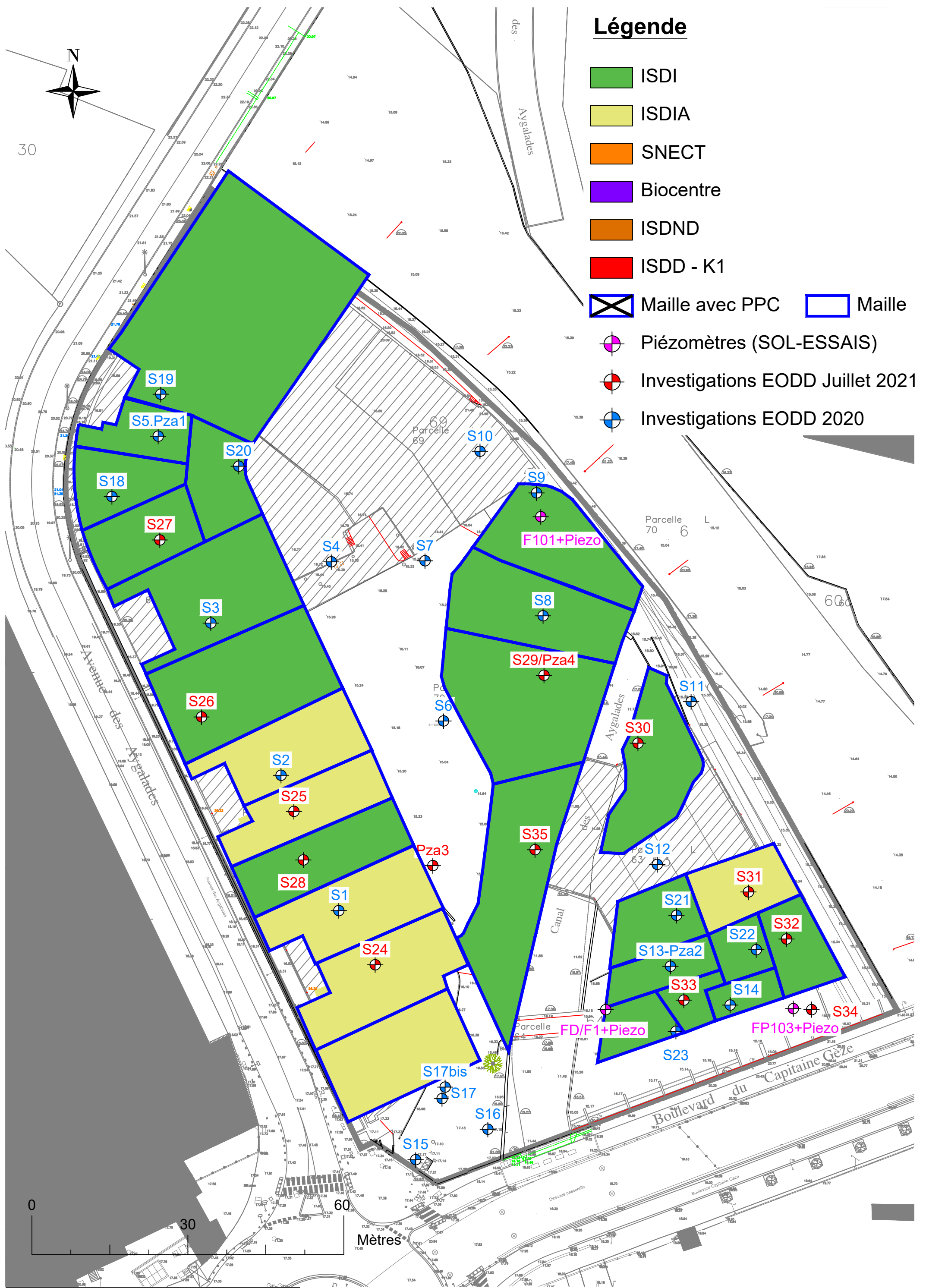
**Projet Théodora - Foncière Jaguar**  
Plan de terrassement horizon  
14.5 - 14 mNGF

MANDAT	DATE	REFERENCE	INDICE
P05181	09/09/2021	P05181.06	0



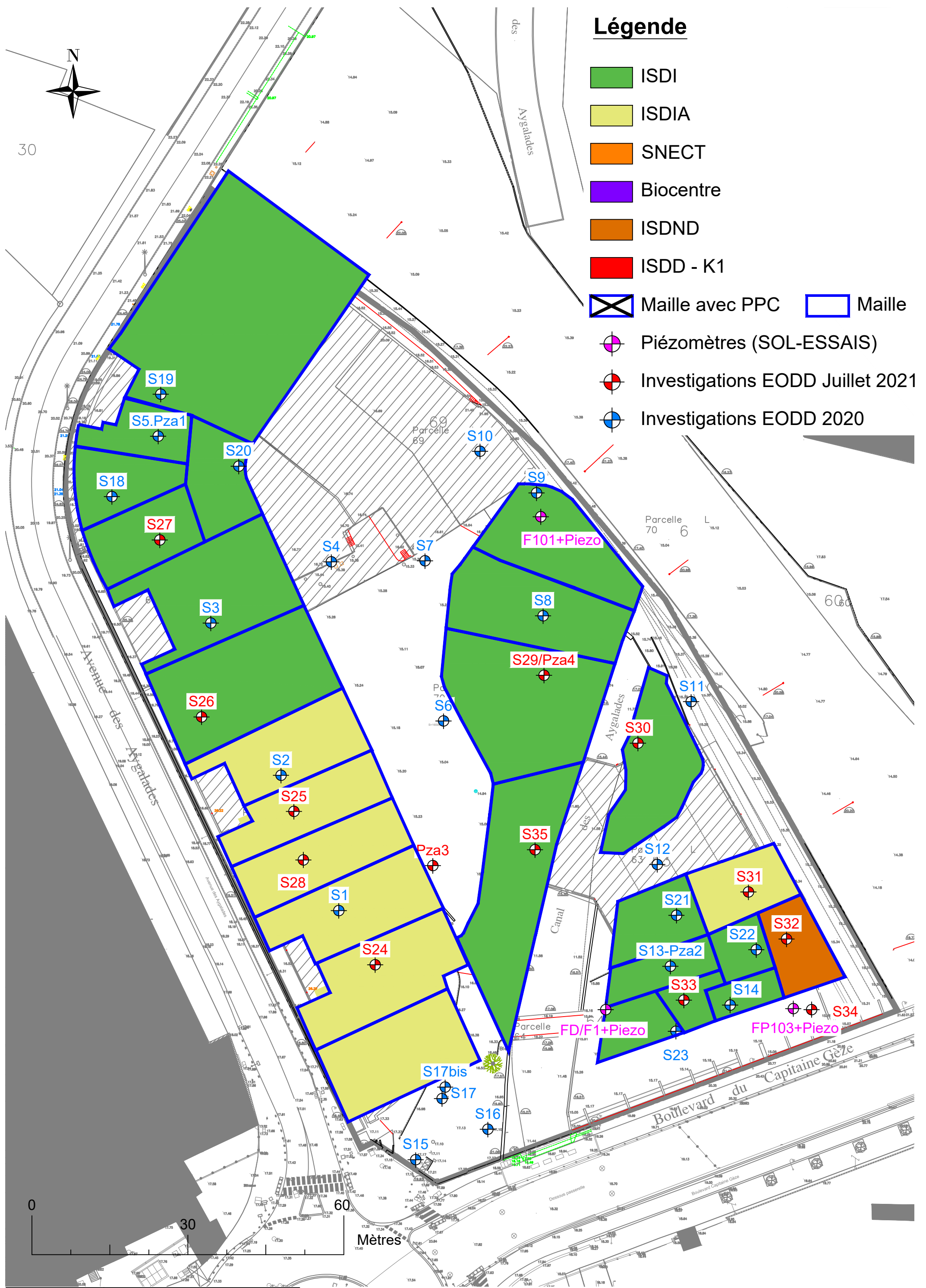
# Légende

- ISDI
- ISDIA
- SNECT
- Biocentre
- ISDND
- ISDD - K1
- Maille avec PPC
- Maille
- Piézomètres (SOL-ESSAIS)
- Investigations EODD Juillet 2021
- Investigations EODD 2020



# Légende

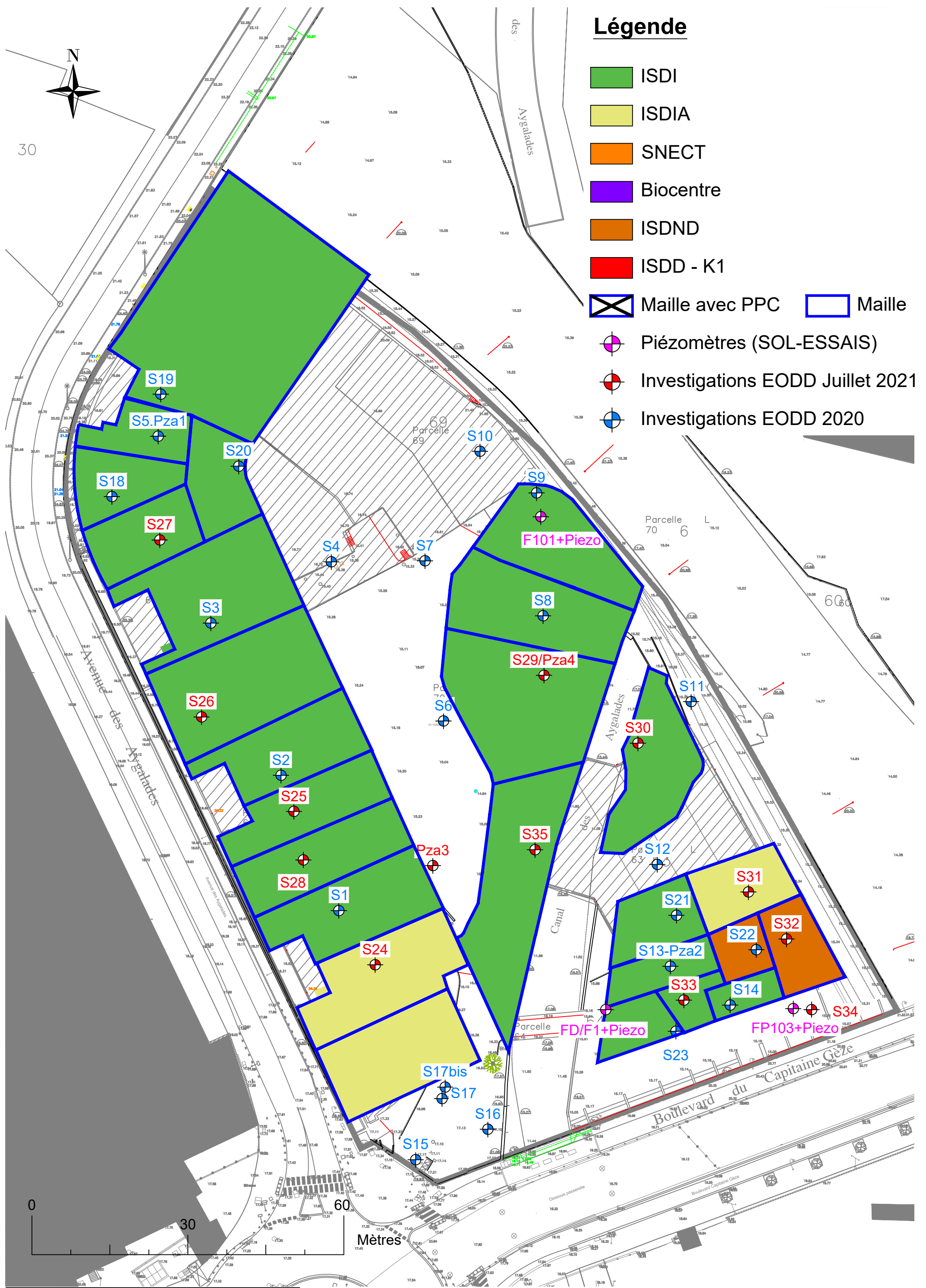
- ISDI
- ISDIA
- SNECT
- Biocentre
- ISDND
- ISDD - K1
- Maille avec PPC
- Maille
- Piézomètres (SOL-ESSAIS)
- Investigations EODD Juillet 2021
- Investigations EODD 2020





# Légende

- ISDI
- ISDIA
- SNECT
- Biocentre
- ISDND
- ISDD - K1
- Maille avec PPC
- Maille
- Piézomètres (SOL-ESSAIS)
- Investigations EODD Juillet 2021
- Investigations EODD 2020

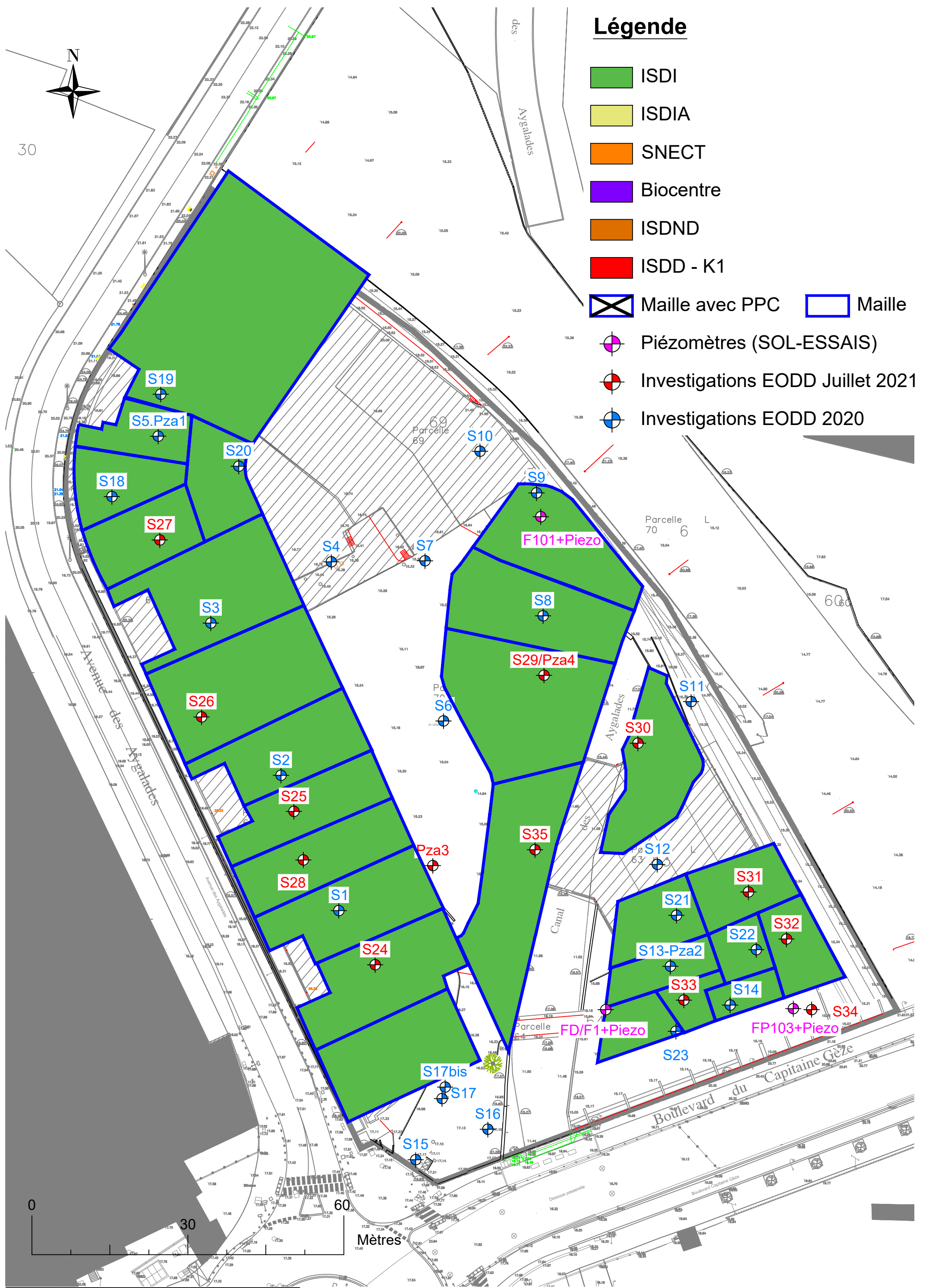


Projet Théodora - Foncière Jaguar  
 Plan de terrassement horizon  
 13 - 12 mNGF

MANDAT	DATE	REFERENCE	INDICE
P05181	09/09/2021	P05181.06	0

# Légende

- ISDI
- ISDIA
- SNECT
- Biocentre
- ISDND
- ISDD - K1
- Maille avec PPC
- Maille
- Piézomètres (SOL-ESSAIS)
- Investigations EODD Juillet 2021
- Investigations EODD 2020



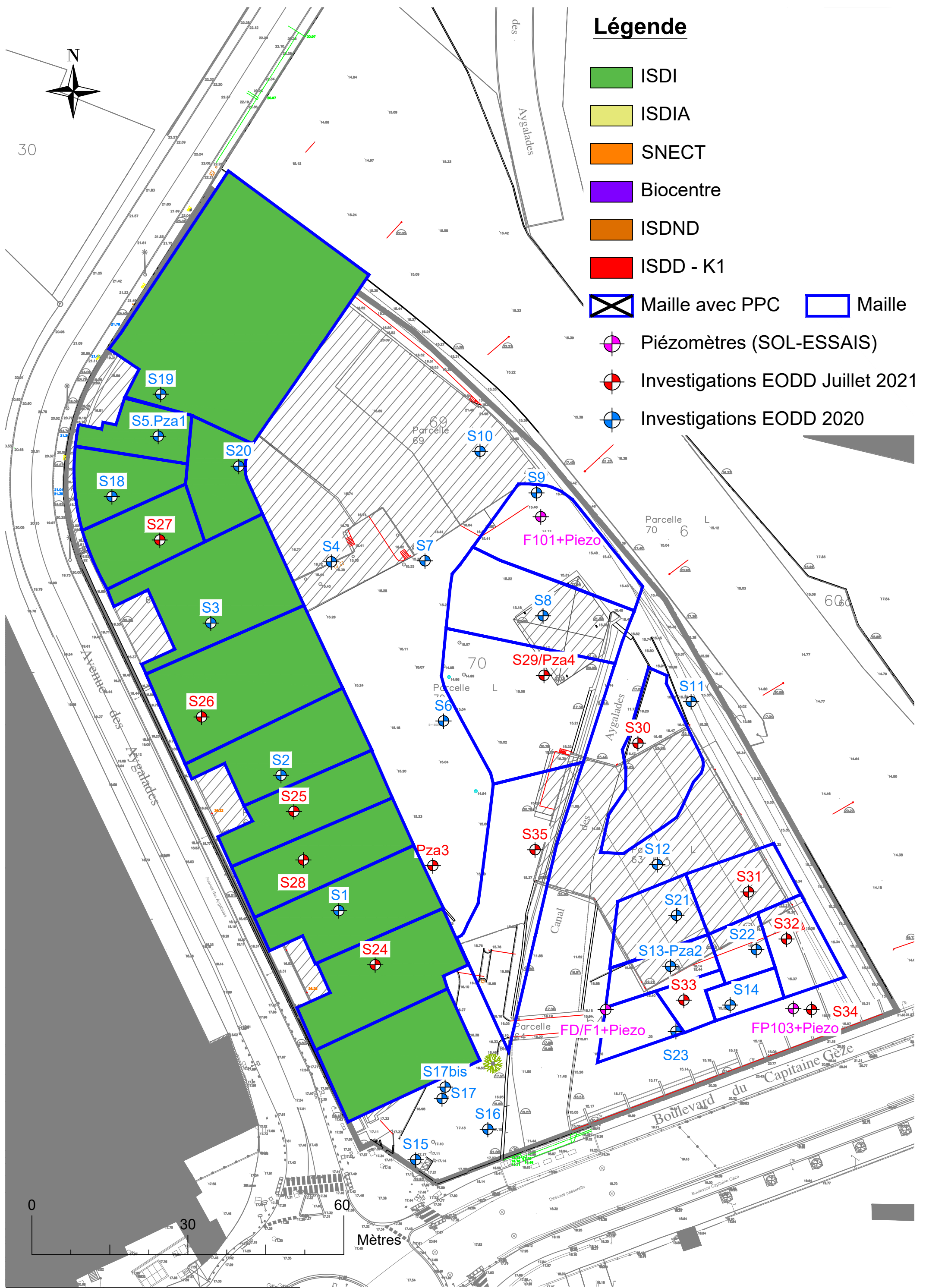
Projet Théodora - Foncière Jaguar  
Plan de terrassement horizon  
12 - 11 mNGF

MANDAT	DATE	REFERENCE	INDICE
P05181	09/09/2021	P05181.06	0



# Légende

- ISDI
- ISDIA
- SNECT
- Biocentre
- ISDND
- ISDD - K1
- Maille avec PPC
- Maille
- Piézomètres (SOL-ESSAIS)
- Investigations EODD Juillet 2021
- Investigations EODD 2020



**EODD**  
ingénieurs conseils  
Technopôle de l'Environnement Arbois - Méditerranée  
Domaine du Petit Arbois - Bâtiment Henri Poincaré  
Avenue Louis Philibert  
13657 Aix-en-Provence Cedex 3  
Tel: 04 88 14 80 99 - Fax: 04 88 14 81 00 www.eodd.fr  
contact@eodd.fr

**Projet Théodora - Foncière Jaguar**  
Plan de terrassement horizon  
11 - 9 mNGF

MANDAT	DATE	REFERENCE	INDICE
P05181	09/09/2021	P05181.06	0

<p><b>ANNEXE 13 :      ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS PREDICTIVE</b></p>
---



## SAS THEODORA

### SITE THEODORA A MARSEILLE (13 014)

Mise à jour de l'Analyse des Risques Résiduels (ARR) prospective

Rapport d'EODD Ingénieurs Conseils



Certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués

Et établissement d'Attestations réglementaires

AGENCES LYON, MARSEILLE, PARIS ET

METZ

[www.lei.fr](http://www.lei.fr)

Lyon, 16 septembre 2021

## SAS THEODORA

**Adresse :** 70 chemin du Passet  
13 016 Marseille

**Destinataire :** M. Pierre Le Hir  
Mme Camille Goy

**Téléphone :** 06 68 12 55 87  
06 46 74 08 37

**Email :** [pierre.lehir@fonciere-jaguar.com](mailto:pierre.lehir@fonciere-jaguar.com)  
[c.goy@fonciere-jaguar.com](mailto:c.goy@fonciere-jaguar.com)

### Site Théodora à Marseille

## Mise à jour Analyse des Risques Résiduels (ARR) prospective

#### Rapport d'EODD Ingénieurs Conseils

IDENTIFICATION		MAITRISE DE LA QUALITE	
		Responsable de projet	Supervision
N° Contrat	P05181.06	A. DARTEVEL 16/09/2021	C. ELLUL 16/09/2021
Indice	1		
Révision	16/09/2021		
Nb de pages (hors annexes)	32	Rédacteur(trice) principal(e)	
Nb d'annexes	4	C. AUGER	

*Vos contacts et interlocuteurs pour le suivi de ce dossier :*



Technopôle de l'Environnement Arbois – Méditerranée  
Domaine du Petit Arbois – Bat. Henri Poincaré  
Avenue Louis Philibert  
13100 Aix-en-Provence  
✉ :  
☎ : 04.88.14.81.00  
📠 : 04 72.76.06.99

**Responsable de projet :** A. DARTEVEL [a.dartavel@eodd.fr](mailto:a.dartavel@eodd.fr)

**Directeur métier :** G. URVOY [g.urvoy@eodd.fr](mailto:g.urvoy@eodd.fr)

[www.eodd.fr](http://www.eodd.fr)

# SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>CONTEXTE .....</b>	<b>5</b>
1.1	LE CONTEXTE ET LA DEMANDE.....	5
1.2	CADRE NORMATIF ET REGLEMENTAIRE.....	5
<b>2.</b>	<b>SCHEMA CONCEPTUEL (ETAT FUTUR, SUR SITE) .....</b>	<b>6</b>
2.1	HYPOTHESES RETENUES .....	6
2.2	PROJET D'AMENAGEMENT .....	6
2.3	LES SOURCES DE POLLUTION RESIDUELLES .....	11
2.4	LES VECTEURS DE TRANSFERT .....	11
2.5	LES VOIES D'EXPOSITION RETENUES.....	11
2.6	INVENTAIRE DES CIBLES .....	12
2.7	SYNTHESE DU SCHEMA CONCEPTUEL .....	13
<b>3.</b>	<b>SELECTION DES SUBSTANCES « TRACEURS DU RISQUE » ET CONCENTRATIONS RETENUES – INHALATION D'AIR INTERIEUR ET EXTERIEUR .....</b>	<b>14</b>
3.1	SUBSTANCES RETENUES.....	14
3.2	CONCENTRATIONS RETENUES .....	14
<b>4.</b>	<b>VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE .....</b>	<b>18</b>
<b>5.</b>	<b>EVALUATION DES EXPOSITIONS .....</b>	<b>19</b>
5.1	DETERMINATION DES CONCENTRATIONS DANS L'AIR AMBIANT .....	19
5.1.1	<i>Transfert vers l'air intérieur .....</i>	<i>19</i>
5.1.2	<i>Transfert vers l'air extérieur .....</i>	<i>22</i>
5.2	QUANTIFICATION DE L'EXPOSITION.....	25
5.3	PARAMETRES D'EXPOSITION .....	25
<b>6.</b>	<b>CARACTERISATION DES RISQUES .....</b>	<b>27</b>
6.1	METHODOLOGIE DE QUANTIFICATION DES RISQUES SANITAIRES .....	27
6.1.1	<i>Methodologie appliquée.....</i>	<i>27</i>
6.1.2	<i>Quantification des risques pour les effets à seuil.....</i>	<i>27</i>
6.1.3	<i>Quantification des risques pour les effets sans seuils .....</i>	<i>27</i>
6.2	NIVEAUX DE RISQUES SANITAIRES .....	28
6.3	EVALUATION DES INCERTITUDES.....	30
<b>7.</b>	<b>SYNTHESE NON TECHNIQUE ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>31</b>
7.1	SYNTHESE .....	31
7.2	RECOMMANDATIONS.....	32
<b>8.</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>33</b>

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : PLANS PROJET (SOURCES : PLANS ET COUPES TRANSVERSALES EN PDF - CARTA ASSOCIES DU 20/01/2021)	10
FIGURE 2 : SCHEMA CONCEPTUEL – ETAT FUTUR, SUR SITE (POST TRAVAUX)	13
FIGURE 3 : CONTRIBUTION DES SUBSTANCES AU QUOTIENT DE DANGER (ADULTES EMPLOYES ET ENFANTS USAGERS DE LA CRECHE)	29
FIGURE 4 : CONTRIBUTION DES SUBSTANCES A L'EXCES DE RISQUE INDIVIDUEL (ADULTES EMPLOYES ET ENFANTS USAGERS DE LA CRECHE)	29

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES DU SCHEMA CONCEPTUEL	13
TABLEAU 2 : CONCENTRATIONS RETENUES POUR LA MODELISATION DANS L'AIR AMBIANT INTERIEUR ET EXTERIEUR	17
TABLEAU 3 : SYNTHESE DES PARAMETRES D'ENTREE – DEGAZAGE VERS L'AIR INTERIEUR	20
TABLEAU 4 : SYNTHESE DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION OBTENUES – DEGAZAGE VERS L'AIR INTERIEUR DU PARKING EN SOUS-SOL ET DU RDC	21
TABLEAU 5 : SYNTHESE DES PARAMETRES D'ENTREE – DEGAZAGE VERS L'AIR EXTERIEUR	23
TABLEAU 6 : SYNTHESE DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION OBTENUES - DEGAZAGE VERS L'AIR EXTERIEUR	24
TABLEAU 7 : PARAMETRES D'EXPOSITION	26

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE	34
ANNEXE 2 : CALCULS DES RISQUES SANITAIRES	36
ANNEXE 3 : EVALUATION DES INCERTITUDES	43
ANNEXE 4 : LIMITES DE L'ETUDE	55



# 1. CONTEXTE

## 1.1 LE CONTEXTE ET LA DEMANDE

La SAS THEODORA est porteuse d'un projet d'aménagement d'un campus urbain connecté sur un site d'une superficie de 16 565 m à l'angle de l'avenue Ibrahim Ali (ex avenue des Ayyalades) et du boulevard du Capitaine Gèze au sein du quartier des Arnavaux dans le 14<sup>ème</sup> arrondissement de Marseille (13). A ce jour le site est occupé par des bureaux, des activités de recyclage et d'emballages, ou encore de stockages et dépôts divers.

Plusieurs diagnostics réalisés sur site ayant mis en évidence 4 sources de pollution concentrées au sens de la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017, un plan de gestion incluant une Analyse des Risques sanitaires Résiduels prospective a été établie en août 2020<sup>1</sup>.

Compte tenu des modifications du projet d'aménagement et des engagements pris auprès de la DREAL<sup>2</sup> par la SAS THEODORA, une mise à jour du Plan de Gestion est nécessaire et doit intégrer notamment de nouveaux résultats d'investigations.

Le présent rapport qui constitue l'annexe 13 dudit plan de gestion, expose la mise à jour de l'analyse des risques résiduels (ARR) associée aux substances mises en évidence lors des différents diagnostics, en vue de valider, à titre prospectif, la comptabilité sanitaire du site avec sa reconversion.

## 1.2 CADRE NORMATIF ET REGLEMENTAIRE

La présente mission a été réalisée selon les référentiels suivants :

- Circulaire du 8 février 2007 relative aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués et ses annexes/documents guides révisés en avril 2017 ;
- Circulaire du 08/02/07 relative à l'implantation sur des sols pollués d'établissements accueillant des populations sensibles ;
- Norme NFX 31-620 2 - Qualité du sol « *Prestation de services relatives aux sites et sols pollués (études, ingénierie, réhabilitation de sites pollués et travaux de dépollution)* ».

Notre intervention s'inscrit dans le domaine de prestation A320- *Analyse des enjeux sanitaires* selon la codification de la norme NFX31-620 2 concernant les prestations de services relatives aux sites et sols pollués.

Pour information, les prestations demandées sont codifiées par cette norme de la façon suivante :

Prestations demandées	Prestations normées	Prestation globale	Prestations élémentaires
ARR	Analyse des enjeux sanitaires	-	A320

<sup>1</sup> Plan de gestion P05181 du 07/08/2020

<sup>2</sup> Arrêté n°AE-F09320P0220-2 du 19/01/2021 portant retrait de l'AP n°F09320P0220 et portant décision d'examen au cas par cas en application de l'article R122-3 du code de l'environnement.

## 2. SCHEMA CONCEPTUEL (ETAT FUTUR, SUR SITE)

L'objet du schéma conceptuel est de représenter de façon synthétique tous les scénarios d'exposition directe ou indirecte pour les futurs usagers du site (futurs usagers des bureaux / logements / commerces / crèche). Il identifie les enjeux sanitaires et environnementaux à considérer dans la gestion du site et traduit le concept « source-vecteur-cible ».

### 2.1 HYPOTHESES RETENUES

Le schéma conceptuel a été établi sur la base des hypothèses suivantes :

- **Mesures de maîtrise des sources de pollution :**
  - purge des 4 points de pollution concentrée (PPC) comme décrit dans le plan de gestion au chapitre 8.3 ;
  - gestion des déblais de terrassement : les 53 200 m<sup>3</sup> de déblais (hors PPC) générés par le projet d'aménagement seront évacués en filière spécialisée.
- **Usage futur :** Hub d'innovation digitale comprenant un espace extérieur et trois bâtiments sur niveaux de sous-sol ou pilotis ;
- **Usages non inclus dans le projet :**
  - réalisation de forages ou puits captant les eaux souterraines, de même que toute utilisation de ces eaux souterraines pour un usage domestique, à l'aplomb du site ;
  - aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers/à baies en pleine terre ;
- **Dispositifs constructifs / aménagements particuliers :**
  - mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non perméables et non poreux ou enterrées après décaissement préalable des terres polluées avec remblaiement par des matériaux sains ;
  - hauteur minimale des pilotis de 2 m pour le bâtiment « pavillon » ;
  - couverture systématique des sols (dalle béton, enrobé ou apport de terre végétale sur une épaisseur de 30 cm compactée couplée à un grillage avertisseur).

### 2.2 PROJET D'AMENAGEMENT

La SAS Théodora est porteuse d'un projet de réalisation d'un Hub d'innovation digitale comprenant notamment des bureaux (bureaux traditionnels, service center, coworking, Fablab), une école de formation et des services et loisirs (crèche, salle de sport, commerce, restauration, soins, gaming,...). Des espaces extérieurs sont également prévus à l'aménagement.



Selon les plans de janvier 2021 communiqués par le cabinet d'architectes CARTA, il est prévu :

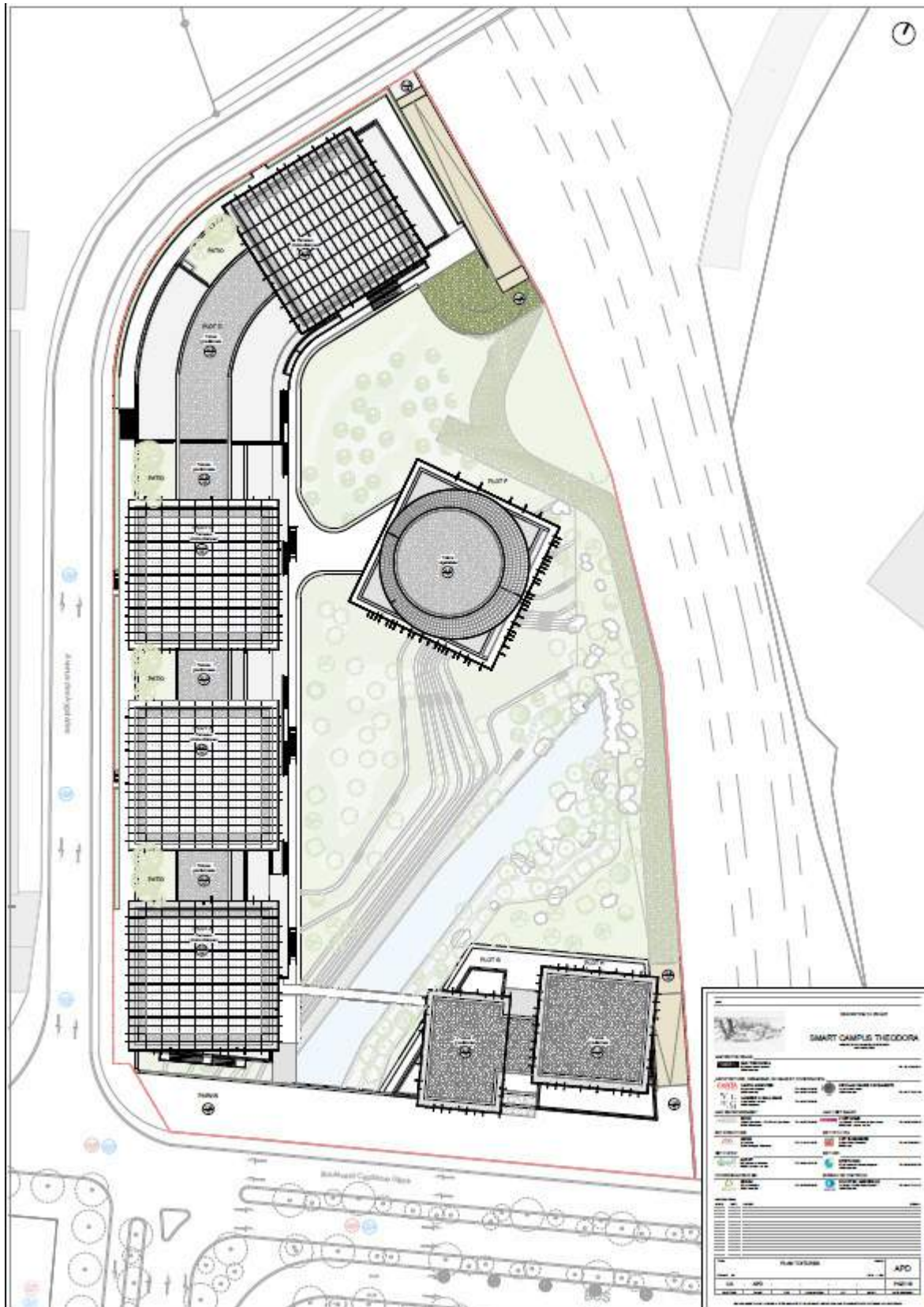
- Un bâtiment en R+6 à R+9 longeant l'avenue des Aygalades comprenant :
  - 2 niveaux de sous-sol et 1 RDJ de stationnements ;
  - Un RDC comprenant quelques places de stationnement, ainsi que des ERP<sup>3</sup> (espaces de travail, mais également une crèche,...) ;
  - Des niveaux supérieurs composés de bureaux, ainsi qu'un restaurant en R+5.
- Un bâtiment en R+4 au centre du site construit sur fondations spéciales à usage principal de bureaux/ERP. Le RDC sur plots est par conséquent surélevé par rapport au TN (4,5 à 6 m).
- Un bâtiment constitué de 2 tours en R+8 et R+17, en partie Sud du site, en bordure de l'avenue du Capitaine Gèze comprenant :
  - 1 niveau de sous-sol à usage indéterminé à ce stade ;
  - 1 RDJ à usage de cafétéria et de salle de sport ;
  - Un RDC comprenant des ERP ;
  - la tour en R+8 destinée à des usages de bureaux ;
  - la tour en R+17 destinée à des logements.

A noter que les espaces de bureaux et d'ERP ne sont pas encore précisément définis à ce stade en termes d'usages futurs et d'activités.

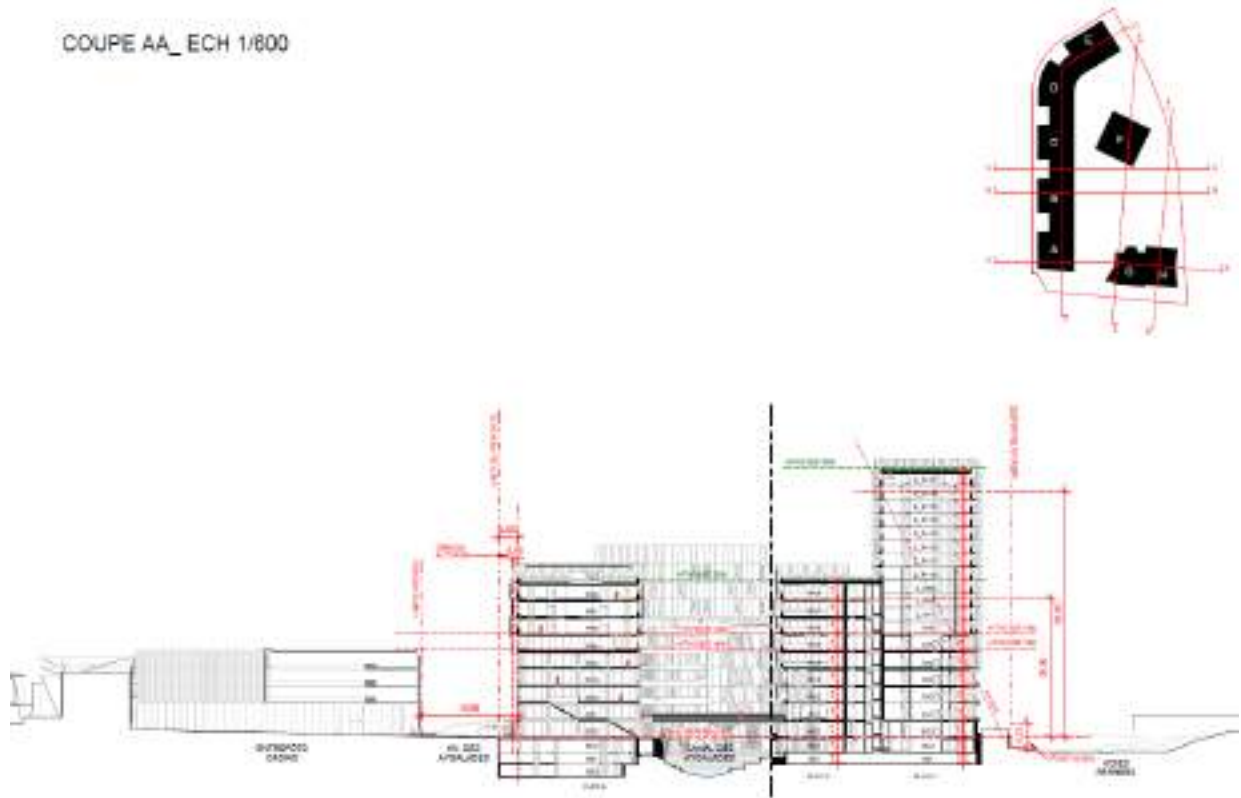
Les plans projet communiqués par le cabinet CARTA sont reproduits ci-après.

---

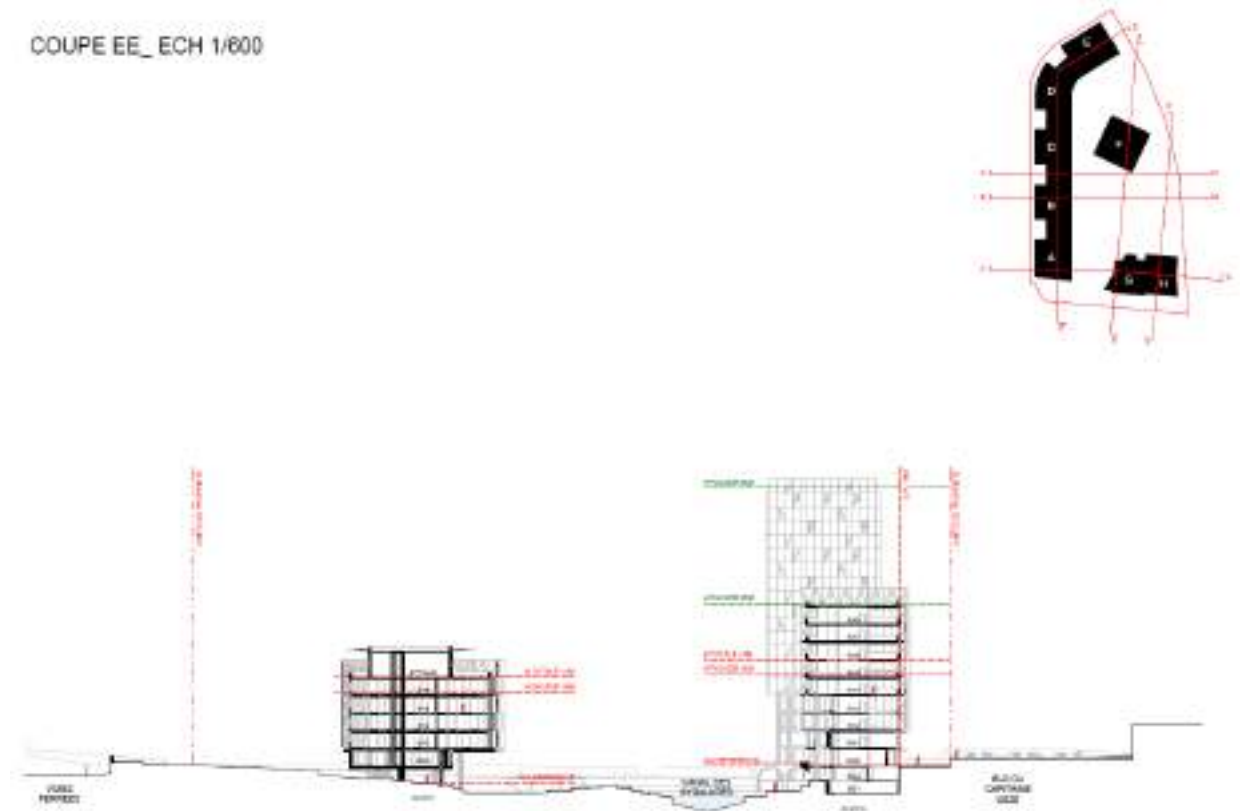
<sup>3</sup> Etablissements Recevant du Public



COUPE AA\_ ECH 1/800



COUPE EE\_ ECH 1/800



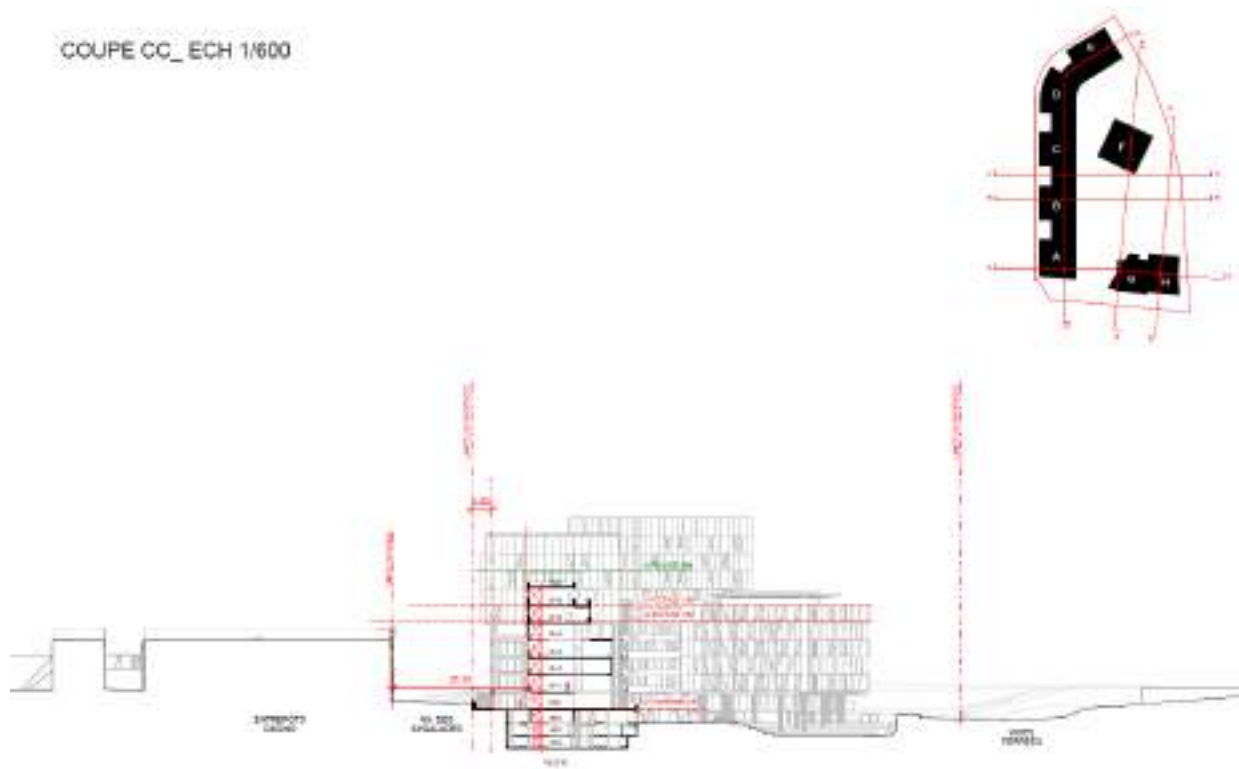


Figure 1 : Plans projet (Sources : plans et coupes transversales en PDF - CARTA Associés du 20/01/2021)

## 2.3 LES SOURCES DE POLLUTION RESIDUELLES

Les investigations réalisées ont permis de caractériser les sources de pollution résiduelles, à savoir :

- les sols impactés par les PCB, les hydrocarbures (fractions C10-C40), les métaux (dont notamment le plomb, le mercure, le zinc et le cuivre) et en moindre mesure, l'acétone, le toluène et les HAP (à noter que les BTEX présents au droit du sondage S27 (50-200) localisé au sein du bâtiment ouest seront éliminés dans le cadre des terrassements des différents niveaux de sous-sol du bâtiment) ;
- les gaz du sol impactés par du mercure, des BTEX et hydrocarbures C<sub>5</sub>-C<sub>16</sub> ;
- les eaux souterraines impactées par des BTEX et le 1,1-dichloroéthylène.

La synthèse des résultats d'analyses est disponible au chapitre 7 du rapport de Plan de Gestion.

## 2.4 LES VECTEURS DE TRANSFERT

Le vecteur de transfert retenu est le vecteur « air » au vu de la quantification de composés volatils dans les sols, les eaux souterraines et du transfert avéré de substances dans les gaz du sol.

Les vecteurs de transfert non retenus sont :

- le vecteur par envol de poussières depuis les sols superficiels compte-tenu de l'absence de zones non couvertes par des voiries ou par des terres saines (pas de sol à nu) dans le cadre du projet futur ;
- la bioaccumulation des substances polluantes dans les végétaux destinés à la consommation humaine, la culture de potagers sur site en pleine terre n'étant pas incluse dans le projet ;
- le transfert par perméation à travers les canalisations d'amenée d'eau potable, les réseaux d'amenée d'eau potable allant être constitués de matériaux non poreux/non perméables aux polluants volatils ou enterrés après décaissement préalable des terrains en place, et avec remblaiement par des matériaux sains ;
- le transfert via les eaux souterraines, en l'absence d'usage sensible recensé au droit du site ainsi qu'en aval hydraulique du site.

## 2.5 LES VOIES D'EXPOSITION RETENUES

La voie d'exposition retenue est l'inhalation de composés volatils provenant des sols, eaux souterraines et des gaz du sol en intérieur et en extérieur.

Les voies d'exposition non prises en compte sont :

- L'inhalation de composés volatils au droit du bâtiment « pavillon », ce dernier ne reposant pas directement sur le sol mais sur pilotis (hauteur des pilotis comprise entre 4,5 et 6 m) ;
- L'ingestion de sol et l'inhalation de poussières compte-tenu de l'absence de zones non couvertes par des voiries ou par des terres saines (pas de sol à nu) dans le cadre du projet futur ;
- L'ingestion de végétaux en l'absence de jardin potager et/ou arbre fruitier/à baie en pleine terre sur le site ;

- L'ingestion et l'adsorption d'eau compte tenu des hypothèses prises en compte (forages ou puits captant les eaux souterraines non inclus dans le projet, réseaux d'amenée d'eau potable en matériaux non poreux/non perméables ou mise en place dans des terrains sains ;
- le contact cutané, en l'absence de VTR cutanée et compte tenu de l'absence de sol à nu dans le cadre du projet d'aménagement. De plus, la note d'information du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des VTR pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre d'étude d'impact interdit la transposition de voie à voie pour passer d'une VTR inhalation à la VTR cutanée.

## 2.6 INVENTAIRE DES CIBLES

Les cibles étudiées sont **les futurs usagers du site exposés par inhalation de composés volatils**, à savoir :

- Les employés exposés :
  - A l'intérieur des espaces de travail en RdC et au sein des parkings souterrains pour prendre et déposer leurs véhicules ;
  - En extérieur lors de leurs allées et venues au droit des espaces verts et durant les éventuelles poses déjeuner.
- Les enfants exposés :
  - A l'intérieur de la crèche/cabinet médical en rez-de-chaussée du bâtiment des Aygaldes et au droit du parking souterrain ;
  - En extérieur lors de leurs allées et venues au droit des espaces verts.

N'ont pas été retenues :

- Les adultes se rendant ponctuellement sur le site (pour suivre une formation, travailler au sein des fablab, etc.), considérant leurs expositions moins pénalisantes que les employés du site (moins de temps passé sur site) ;
- Les cibles exposées dans les étages supérieurs des futurs bâtiments (intégrant les logements), considérant leurs expositions moins pénalisantes qu'en RdC. Ce point fera cependant l'objet d'une discussion dans le cadre de l'évaluation des incertitudes ;
- Les futurs travailleurs en phase chantier ne sont pas considérés comme cible compte tenu d'une exposition non chronique (limitée à la durée du chantier) et étant donné qu'ils doivent être équipés de moyens de protection adaptés à l'intervention sur sites pollués (cf. guide de l'INRS relatif à la protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation des sites pollués).



## 2.7 SYNTHÈSE DU SCHEMA CONCEPTUEL

Le tableau suivant reprend l'ensemble des hypothèses retenues :

Sources	Situation	Vecteur de transfert	Milieux d'exposition	Voies d'exposition	Cibles
Sols / Gaz du sol / Eaux souterraines	Sur site	Dégazage/volatilisation	Air intérieur Air extérieur	Inhalation de composés volatils	Adultes employés Enfants usagers de la crèche/cabinet médical

Tableau 1 : Caractéristiques du schéma conceptuel

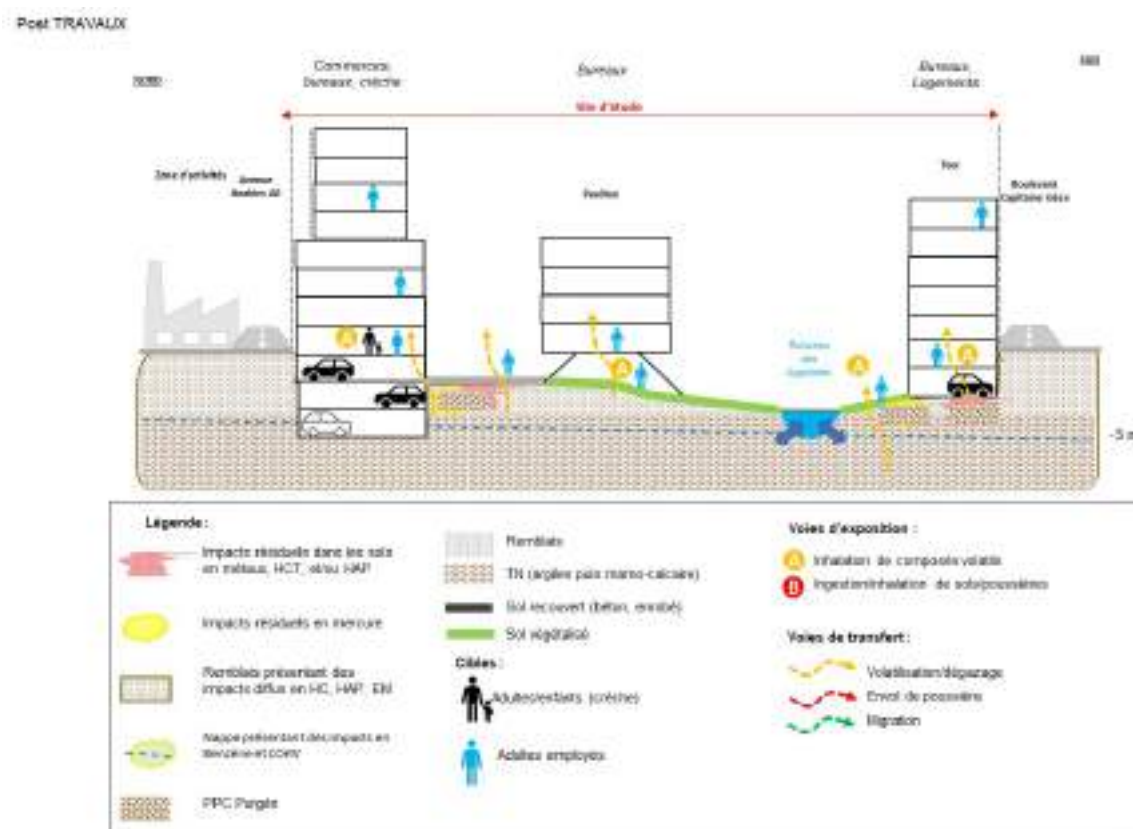


Figure 2 : Schéma conceptuel – Etat futur, sur site (post travaux)

### 3. SELECTION DES SUBSTANCES « TRACEURS DU RISQUE » ET CONCENTRATIONS RETENUES – INHALATION D’AIR INTERIEUR ET EXTERIEUR

Les substances « traceurs du risque » ont été sélectionnées parmi les polluants retrouvés lors des différents diagnostics menés sur site.

Les critères principaux de sélection des substances sont :

- La concentration dans les milieux (anomalies de concentration) ;
- La toxicité reconnue des substances ;
- L’existence d’une valeur toxicologique de référence (VTR) pour la voie d’exposition par inhalation chronique ;
- Les possibilités de transferts dans les différents compartiments environnementaux et d’exposition des populations.

Les substances retenues sont choisies sur la base des pollutions résiduelles, post-travaux de terrassement/élimination des PPC.

#### 3.1 SUBSTANCES RETENUES

Au regard des résultats d’analyses, les substances « traceurs du risques » vis-à-vis de l’inhalation de substances sous forme gazeuse à l’intérieur des futurs bâtiments et des espaces verts sont les substances volatiles présentes dans les sols, les eaux souterraines et les gaz du sol, susceptibles de dégazer vers l’air ambiant<sup>4</sup> (confirmant leur faculté de volatilisation dans le contexte du site), soit :

- Le mercure ;
- Les BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes ;
- Le 1,1-dichloroéthène ;
- L’acétone ;
- Les hydrocarbures volatils : fractions C<sub>5</sub>-C<sub>16</sub> aliphatiques et C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub> aromatiques ;
- Le naphtalène.

#### 3.2 CONCENTRATIONS RETENUES

Le milieu gaz des sols est considéré comme un milieu intégrateur des pollutions volatiles. Les modélisations à partir des gaz du sol permettent par ailleurs de s’affranchir, vis-à-vis des milieux sol et eau souterraine, d’une première étape de modélisation souvent majorante<sup>5</sup>, visant à établir la concentration dans les gaz du sol à la source, sur la base d’une relation d’équilibre entre les différentes phases du sol.

<sup>4</sup> Dégazage confirmé pour les substances détectées dans les gaz du sol

<sup>5</sup> Les modélisations de transfert des polluants vers l’air ambiant à partir de données sols conduisent à surestimer des niveaux de risques et à orienter la suite de la démarche vers des mesures de gestion surdimensionnées



Dans ce cadre, la prise en considération des résultats des mesures gaz du sol est considérée comme plus réaliste que celle des teneurs sols et eaux souterraines, tout en étant intégratrice des contributions respectives en provenance de ces milieux.

Cette approche est conforme à la méthodologie nationale qui préconise l'utilisation de mesures directes au plus près du point d'exposition :

Extrait de l'annexe 2 de la note aux préfets du 08/02/2007, reprise dans la Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017 : *« la mesure directe de la qualité des milieux est à privilégier. Ceci vaut en particulier lorsque des polluants susceptibles d'émettre des vapeurs toxiques (pollutions par des hydrocarbures chlorés par exemple) sont en cause. En effet, les modélisations empiriques utilisées pour évaluer de manière prédictive la diffusion des polluants dans les lieux confinés peuvent conduire à estimer les niveaux de pollution des milieux qui ne reflètent pas la réalité, et orienter la suite de la démarche vers des actions de gestion inutiles ou inefficaces ».*

Dans le cadre de la réalisation de cette analyse prospective des risques résiduels, il est à noter que :

- les concentrations maximales mesurées dans les gaz du sol ont été retenues considérant ces teneurs comme représentatives de l'état environnemental futur du site<sup>6</sup> (option sécuritaire dans la mesure où deux piézaires ont été installés au droit de PPC qui feront l'objet d'une purge puis d'un traitement hors site et deux autres dans les espaces extérieurs) ;
- en raison d'une saturation du prélèvement long du Pza3, les résultats gaz sur le Pza3 court ont été retenus. Toutefois, ce dernier ayant également saturé pour les hydrocarbures aliphatiques C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub>, les couches de mesure et de contrôle ont été additionnées pour ce paramètre. Une sous-estimation potentielle de la concentration mesurée est néanmoins à prévoir. En effet, la couche de contrôle présente une concentration supérieure à 5% vis-à-vis de la couche de mesure<sup>7</sup>. Ce point fera l'objet d'une discussion dans le cadre de l'évaluation des incertitudes ;
- en l'absence de détection du naphthalène et des hydrocarbures aromatiques C<sub>10</sub>-C<sub>16</sub> dans les gaz du sol et par principe de prudence scientifique<sup>8</sup>, les limites de quantification (LQ) obtenues pour ces substances dans les gaz du sol ont été retenues compte-tenu de la présence de ces substances dans les sols et ou dans les eaux souterraines. Aussi le risque calculé pour chacune de ces substances doit être considéré comme un risque théorique mais non représentatif ;
- les concentrations maximales dans les sols pour le naphthalène, le toluène, les hydrocarbures volatils (fractions C<sub>10</sub>-C<sub>16</sub>) et l'acétone ont été retenues (hors PPC et sondage S27 purgés), ces dernières étant supérieures à celles relevées dans les sols des sondages équipés en piézaires. Cette approche est majorante au regard du futur terrassement du site et considérant que les teneurs maximales sont présentes sur la totalité du site ;
- les concentrations maximales dans les eaux souterraines pour le benzène, toluène, xylènes et 1,1-dichloroéthène ont été retenues, les COHV n'ayant pas été analysés dans les gaz du sol et les BTEX détectés au droit du piézomètre F1, dans un périmètre éloigné des mesures gaz du sol ;

<sup>6</sup> 4 piézaires

<sup>7</sup> « Lorsque la masse d'un composé sur la couche de contrôle est supérieure à 5% de la masse de ce même composé sur la couche de mesure, le prélèvement est considéré comme non conclusif pour ce composé » - Guide pratique pour la caractérisation des gaz du sol et de l'air intérieur en lien avec une pollution des sols et/ou des eaux souterraines.

<sup>8</sup> Cf. guide d'évaluation des Risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE – Substances chimiques – INERIS 2013

- pour les substances mesurées dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines, la concentration maximale modélisée entre le milieu gaz du sol et le milieu sol+eau souterraine a été retenue ;
- les HAP peu volatils (fluorène) quantifiés dans les sols et n'ayant pas été recherchés dans les gaz du sol, n'ont pas été retenus. Ce point fera cependant l'objet d'une discussion dans le cadre de l'évaluation des incertitudes ;
- concernant les fractions volatiles d'hydrocarbures C<sub>10</sub>-C<sub>16</sub> dans les sols, les analyses des hydrocarbures disponibles ne permettent pas de définir les proportions de fractions aliphatiques ou aromatiques. Dans ce cadre, à titre sécuritaire, les concentrations maximales ont été appliquées aux deux catégories de substances.

Les données d'entrées étudiées pour l'exposition en intérieur et extérieur sont présentées dans le tableau en page suivante.

Substances	Concentrations retenues dans les sols		Source	Concentrations retenues dans les gaz du sol		Source	Concentrations retenues dans les eaux souterraines		Source
	mg/kg			mg/m <sup>3</sup>			µg/L		
<b>METAUX</b>									
Mercurure	-	-	-	1,04E-04	-	PZA2	-	-	-
<b>CAV</b>									
Benzène	-	-	-	2,08E-01	-	PZA3 court	2,40E+00	-	F1
Toluène	9,40E-02	-	S30 (90-200)	6,72E-02	-	PZA3 court	2,70E+00	-	F1
Ethylbenzène	-	-	-	3,76E-02	-	PZA3 court	-	-	-
m,p-Xylène	-	-	-	5,11E-02	-	PZA3 court	8,00E-01	-	F1
o-Xylène	-	-	-	1,95E-02	-	PZA3 court	-	-	-
Xylènes	-	-	-	7,06E-02	-	-	8,00E-01	-	-
<b>HAP</b>									
Naphtalène	3,10E-01	-	S12 (1,6-2,7)	6,72E-03	-	LQ PZA3 court	-	-	-
<b>COHV</b>									
1,1-Dichloroéthylène	-	-	-	-	-	-	7,00E-01	-	FP101
<b>HCT</b>									
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	-	-	-	1,09E+01	-	PZA3 court	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	-	-	-	1,08E+01	-	PZA3 court	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	-	-	-	2,42E+00	-	PZA3 court	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	2,00E+01	-	S17 (1-2,1)	4,17E-01	-	PZA3 court	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	1,90E+02	-	S17 (1-2,1)	1,72E-01	-	PZA3 long	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	-	-	-	-	-	Benzène	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8	-	-	-	-	-	Toluène	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	-	-	-	4,17E-01	-	PZA3 court	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	2,00E+01	-	S17 (1-2,1)	1,34E-01	-	LQ PZA3 court	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	1,90E+02	-	S17 (1-2,1)	1,34E-01	-	LQ PZA3 court	-	-	-
<b>CETONES</b>									
Acétone	1,70E-01	-	S4 (1,5-2,2)	-	-	-	-	-	-

Tableau 2 : Concentrations retenues pour la modélisation dans l'air ambiant intérieur et extérieur

## 4. VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

En ce qui concerne les relations dose/effets des substances, deux types de valeurs toxicologiques de référence (VTR) sont distinguées :

- pour les substances à effet à seuil, les effets néfastes apparaissent à partir d'une certaine concentration d'exposition. Les VTR recherchées correspondent à des RfD (« reference dose ») pour l'ingestion, ou RfC (« reference concentration ») pour l'inhalation, qui représentent des niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes pour l'homme ;
- pour les substances à effet sans seuil, il n'existe pas de niveau sans risque. Les valeurs d'Excès des Risques Unitaires (ERU) font la relation entre le niveau d'exposition et le risque de développer l'effet cancérigène. Elles sont définies pour la voie orale (ERUo) et/ou pour l'inhalation (ERUi).

Les recommandations de la note d'information du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ont été prises en compte, notamment « de retenir par défaut les VTR de l'Anses lorsqu'elles sont disponibles ».

Les VTR des substances retenues sont présentées en annexe 1.

## 5. EVALUATION DES EXPOSITIONS

### 5.1 DETERMINATION DES CONCENTRATIONS DANS L'AIR AMBIANT

#### 5.1.1 TRANSFERT VERS L'AIR INTERIEUR

L'évaluation de l'exposition aux composés volatils dans les futurs bâtiments est effectuée à l'aide du logiciel Modul'ERS, version 1.0.142<sup>9</sup>, produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le Ministère en charge de l'Environnement. Le modèle de transport des gaz estime les émissions à l'intérieur du bâtiment depuis une source « gaz du sol », « sol » ou « eaux souterraines » située sous celui-ci.

Le modèle de dégazage des sols est basé sur les équations de Johnson et Ettinger<sup>10</sup>. Il combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers les sols avec un modèle simple de transport à travers les fondations d'un bâtiment.

En l'absence d'information sur le mode de construction du bâtiment, la modélisation du transfert des polluants volatils dans les bâtiments depuis les sols a été réalisée avec le modèle Johnson et Ettinger (approche sécuritaire pour un bâtiment neuf).

Dans le cas présent, nous avons estimé les teneurs en composés volatils à l'intérieur des futurs parkings à partir du dégazage des gaz des sols, eaux souterraines et des sols puis un taux de transfert de 10% a été appliqué pour évaluer les concentrations à l'intérieur du rez-de-chaussée. Cette approche est sécuritaire pour les bâtiments où plusieurs niveaux de sous-sol sont prévus.

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur un taux de transfert de 10%, correspondant à un facteur empirique pris en compte dans les modèles hollandais HESP et CSOIL. Une étude a été réalisée par l'INERIS concernant le transfert de vapeurs du sous-sol ou du vide sanitaire vers l'air intérieur (rapport n° INERIS DRC-05-57278-DESP/R03a en date du 15/04/2005). Celle-ci indique notamment que ce facteur de 10% correspond à la moyenne de données empiriques, comprises entre un minimum de 0 et un maximum de 0,68, avec un 95<sup>ème</sup> centile de 0,39 et s'interroge sur la représentativité de ce facteur étant donné la variabilité importante mesurée.

A noter par ailleurs, que pour la modélisation du transfert des gaz vers l'air intérieur du parking en sous-sol (R-1), la superficie du parking du plus petit bâtiment (plans projet) a été retenue car la plus pénalisante.

Les tableaux ci-après synthétisent les paramètres d'entrée du logiciel Modul'ERS pour le parking en R-1 en sous-sol.

<sup>9</sup> Il s'agit du numéro de version de la plateforme

<sup>10</sup> Heuristic model for predicting the intrusion rate of contaminant vapors into buildings (1991) et du guide de l'utilisateur de l'US EPA de 2004

Paramètre	Unité	Parking	Source
		Valeur	
Zone non saturée « sables »			
Porosité totale	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,375	Johnson et Ettinger pour des sables (lithologie observée sur le site)
Teneur en eau	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,152	Valeur moyenne sur le site issue des investigations résiliées
COT	-	2,24E-02	Moyenne calculée à partir des sondages réalisés sur le site
Distance entre la source sol/gaz du sol et la base du bâtiment	m	0,01	Considérant une source directement sous la dalle (hypothèse majorante)
Distance entre la source nappe et la base du bâtiment	m	2,11	Correspond à la plus faible profondeur de niveau de nappe mesurée
Zone saturée « sables »			
Porosité aquifère et frange capillaire	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,375	Johnson et Ettinger pour des sables (correspondant à la lithologie du site)
Epaisseur frange capillaire	m	0,17	
Teneur en eau contenue dans la frange capillaire	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,253	
Bâtiment			
Surface	m <sup>2</sup>	936	Plan projet - Données CARTA
Hauteur	m	2,23	Plan projet - Données CARTA
Taux de renouvellement de l'air	h <sup>-1</sup>	0,5	Données sécuritaires pour un sous-sol
Epaisseur de la dalle	m	0,13	Epaisseur nominale de dallage fixée par la norme applicable pour ce type de bâtiment (DTU 13.3)
Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol	m	2,36	Distance entre la surface inférieure du radier du sous-sol et la surface du sol <sup>11</sup>
Rayon de fissures	cm	5,00E-04	Valeur recommandée par Johnson et Ettinger pour un sous-sol
Dépression entre l'intérieur du bâtiment et le sol	kg.m <sup>-1</sup> .s <sup>-2</sup>	4,00E+00	Valeur sécuritaire conseillée par le modèle de Johnson et Ettinger
Perméabilité intrinsèque des sols sous dallage	m <sup>2</sup>	9,92E-12	D'après Johnson et Ettinger pour le type de sol sableux

Tableau 3 : Synthèse des paramètres d'entrée – dégazage vers l'air intérieur

Le tableau suivant synthétise pour les composés volatils étudiés, les concentrations d'exposition modélisées dans le parking en R-1 en sous-sol du plus petit bâtiment.

<sup>11</sup> Hauteur sous-plafond de 2,23 m + dalle de 0,13 m

Substances	Concentrations retenues dans les sols (mg/kg)	Concentration s retenues dans les gaz du sol (mg/m <sup>3</sup> )	Concentration s retenues dans les eaux souterraines (µg/L)	Concentrations modélisées à partir des sols dans le sous-sol (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées à partir des gaz du sol dans le sous-sol (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées à partir des eaux souterraines dans le sous-sol (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées retenues dans le sous-sol (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées retenues dans le rez-de-chaussée (mg/m <sup>3</sup> )	HCSP <sup>12</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	R1 INERIS (mg/m <sup>3</sup> )
<b>METAUX</b>										
Mercurure	-	1,04E-04	-	6,60E-08	-	-	6,60E-08	6,60E-09	-	3,00E-05
<b>CAV</b>										
Benzène	-	2,08E-01	2,40E+00	1,33E-04	1,71E-04	1,71E-04	1,71E-04	1,71E-05	2,00E-03	2,00E-03
Toluène	9,40E-02	6,72E-02	2,70E+00	4,30E-05	2,19E-04	2,19E-04	7,41E-03	7,41E-04	-	2,00E+01
Ethylbenzène	-	3,76E-02	-	2,40E-05	-	-	2,40E-05	2,40E-06	-	1,50E+00
Xylènes	-	7,06E-02	8,00E-01	4,51E-05	6,55E-05	6,55E-05	6,55E-05	6,55E-06	-	2,00E-01
<b>HAP</b>										
Naphtalène	3,10E-01	6,72E-03	-	1,62E-04	4,29E-06	-	1,62E-04	1,62E-05	1,00E-02	1,00E-02
<b>COHV</b>										
1,1-Dichloroéthylène	-	-	7,00E-01	-	2,43E-04	-	2,43E-04	2,43E-05	-	-
<b>HCT</b>										
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	-	1,09E+01	-	6,97E-03	-	-	6,97E-03	6,97E-04	-	1,84E+01
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	-	1,08E+01	-	6,91E-03	-	-	6,91E-03	6,91E-04	-	1,84E+01
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	-	2,42E+00	-	1,55E-03	-	-	1,55E-03	1,55E-04	-	1,00E+00
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	2,00E+01	4,17E-01	-	2,67E-04	-	-	2,83E-01	2,83E-02	-	1,00E+00
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	1,90E+02	1,72E-01	-	1,10E-04	-	-	5,86E-01	5,86E-02	-	1,00E+00
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	-	4,17E-01	-	2,67E-04	-	-	2,67E-04	2,67E-05	-	2,00E-01
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	2,00E+01	1,34E-01	-	8,57E-05	-	-	3,31E-02	3,31E-03	-	2,00E-01
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	1,90E+02	1,34E-01	-	8,57E-05	-	-	5,97E-02	5,97E-03	-	2,00E-01
<b>CETONES</b>										
Acétone	1,70E-01	-	-	6,05E-02	-	-	6,05E-02	6,05E-03	-	-

Tableau 4 : Synthèse des concentrations d'exposition obtenues – Dégazage vers l'air intérieur du parking en sous-sol et du RdC

<sup>12</sup> Valeurs de référence du Haut Conseil de la Santé Publique



Les concentrations modélisées dans l'air ambiant en intérieur respectent les valeurs repères établies par le Haut Conseil de la Santé Publique concernant la gestion de la qualité de l'air intérieur des espaces clos et l'intervalle de gestion R1 proposée par le BRGM dans le guide intitulé « Gestion des résultats de diagnostics réalisés dans les lieux accueillant enfants et adolescents construits au droit ou à proximité de sites BASIAS (guide mis à jour en 2011) » complété par la note méthodologique de l'INERIS sur le « choix des valeurs permettant la construction des seuils R1, R2 et R3 ».

### 5.1.2 TRANSFERT VERS L'AIR EXTERIEUR

L'évaluation de l'exposition aux composés volatils en extérieur est effectuée à l'aide du logiciel Modul'ERS, version 1.0.142, produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le Ministère en charge de l'Environnement.

La concentration dans l'atmosphère extérieure est calculée à partir du calcul du flux d'émission depuis une source sol ou une source nappe et l'estimation des concentrations dans l'air à hauteur des voies respiratoires des cibles.

La modélisation du dégazage vers l'air extérieur a été réalisée à partir des teneurs dans les gaz du sol, eaux souterraines et les sols.

Le tableau ci-après synthétise les paramètres d'entrée du logiciel MODUL'ERS retenus pour la modélisation dans l'air extérieur.

Paramètre	Unité	Valeur	Source
Zone de circulation « boîte »			
Longueur	m	130	Plus grande longueur des espaces verts
Hauteur des voies respiratoires	m	1	Valeur recommandée pour des cibles enfants, sécuritaire pour des adultes
Vitesse du vent	m/s	2	Valeur prise par défaut, faible donc sécuritaire
Caractéristiques des sols en zone non saturée : type « sable »			
Porosité totale	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,375	Johnson et Ettinger pour des sables
Teneur en eau	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,152	Valeur moyenne sur le site issue des investigations résiliées (hors PPC)
COT	-	2,24E-02	Moyenne calculée à partir des sondages réalisés sur le site (hors PPC)
Distance entre la source sol/gaz du sol et le terrain naturel	m	0,01	Considérant la source de pollution directement sous la terre végétale d'apport
Distance entre la source eaux souterraines et le terrain naturel	m	2,11	Profondeur d'eau minimale observée au droit du site
Caractéristiques des sols en zone saturée : type « sable »			
Porosité aquifère et frange capillaire	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,375	Johnson et Ettinger pour des sables
Epaisseur frange capillaire	m	0,17	
Teneur en eau contenue dans la frange capillaire	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,253	
Couverture : type « terre végétale »			
Epaisseur	cm	30	Apport de terre végétale (recommandé dans le cadre du projet d'aménagement)

Paramètre	Unité	Valeur	Source
Porosité totale	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,387	Données Johnson et Ettinger pour limons sableux
Teneur en eau	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,103	Données Johnson et Ettinger pour limons sableux

Tableau 5 : Synthèse des paramètres d'entrée – dégazage vers l'air extérieur

Le tableau de la page suivante synthétise les concentrations d'exposition en extérieur obtenues à partir des gaz des sols, eaux souterraines et des sols pour les composés volatils étudiés.

Substances	Concentrations retenues dans les sols (mg/kg)	Concentrations retenues dans les gaz du sol (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations retenues dans les eaux souterraines (µg/L)	Concentrations modélisées à partir des sols dans l'air extérieur (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées à partir des gaz du sol dans l'air extérieur (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées à partir des eaux souterraines dans l'air extérieur (mg/m <sup>3</sup> )	Concentrations modélisées retenues dans l'air extérieur (mg/m <sup>3</sup> )
<b>METAUX</b>							
Mercure		1,04E-04			6,94E-09		6,94E-09
<b>CAV</b>							
Benzène		2,08E-01	2,40E+00		4,37E-05	4,84E-06	4,37E-05
Toluène	9,40E-02	6,72E-02	2,70E+00	2,13E-03	1,27E-05	5,89E-06	2,14E-03
Ethylbenzène		3,76E-02			6,13E-06		6,13E-06
Xylènes		7,06E-02	8,00E-01		1,16E-05	1,63E-06	1,16E-05
<b>HAP</b>							
Naphtalène	3,10E-01	6,72E-03		4,05E-05	1,07E-06		4,05E-05
<b>COHV</b>							
1,1-Dichloroéthylène			7,00E-01			6,63E-06	6,63E-06
<b>HCT</b>							
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6		1,09E+01			2,37E-03		2,37E-03
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8		1,08E+01			2,35E-03		2,35E-03
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10		2,42E+00			5,26E-04		5,26E-04
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	2,00E+01	4,17E-01		9,63E-02	9,07E-05		9,63E-02
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	1,90E+02	1,72E-01		1,99E-01	3,74E-05		1,99E-01
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10		4,17E-01			9,07E-05		9,07E-05
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	2,00E+01	1,34E-01		1,12E-02	2,91E-05		1,12E-02
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	1,90E+02	1,34E-01		2,03E-02	2,91E-05		2,03E-02
<b>CETONES</b>							
Acétone	1,70E-01			2,55E-02			2,55E-02

Tableau 6 : Synthèse des concentrations d'exposition obtenues - Dégazage vers l'air extérieur

## 5.2 QUANTIFICATION DE L'EXPOSITION

Dans le cadre d'une exposition par inhalation, celle-ci est quantifiée par le biais de la concentration moyenne inhalée. Les concentrations moyennes inhalées sont déterminées suivant la formule ci-dessous :

$$CIk = \left( \sum_i (Cik \times tik) \right) \times \frac{Tk \times Fk}{Tm}$$

Avec :

- C<sub>Ik</sub> : concentration moyenne inhalée pour le milieu k (µg/m<sup>3</sup>) ;
- C<sub>ik</sub> : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant le temps t<sub>i</sub> (µg/m<sup>3</sup>) pour le milieu k ;
- t<sub>ik</sub> : fraction de temps d'exposition à la concentration C<sub>ik</sub> pendant la journée ;
- T<sub>k</sub> : durée d'exposition au milieu k (années) ;
- F<sub>k</sub> : fréquence d'exposition au milieu k (jours/an) ;
- T<sub>m</sub> : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours).

Pour les effets à seuil des substances, T<sub>m</sub> est égale à T<sub>k</sub>.

Pour les effets sans seuil des polluants, T<sub>m</sub> sera assimilée à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans).

## 5.3 PARAMETRES D'EXPOSITION

Le tableau suivant présente les paramètres d'exposition des différents récepteurs étudiés.

Paramètres	Unité	Adultes employés du campus numérique et de la crèche	Enfants usagers de la crèche
Durée d'exposition	an	Assimilée à la durée de cotisation pour l'obtention de la retraite. Prise égale à 42 ans quel que soit le type de travail effectué.	3 Enfant assimilé à un individu d'âge inférieur à 3 ans
Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée	an	70	70 Correspond à la durée de la vie entière (valeur par défaut)
Fréquence d'exposition	j/an	220 (jours travaillés)	235 Correspond à 5 jours par semaine pendant 47 semaines (approche sécuritaire)
Taux d'exposition à l'extérieur	h/j	1 (toute l'année)	1 Correspond à une exposition en extérieur toute l'année (allers venues, pause déjeuner...)
Taux d'exposition à l'intérieur du bâtiment	h/j	8 (jours travaillés)	10 Correspondant aux temps de garde des enfants sur une journée
Taux d'exposition à l'intérieur du parking (R-1)	h/j	0,5	0,5 Correspondant aux temps de dépôt et reprise du véhicule (approche majorante)

Tableau 7 : Paramètres d'exposition

## 6. CARACTERISATION DES RISQUES

### 6.1 METHODOLOGIE DE QUANTIFICATION DES RISQUES SANITAIRES

#### 6.1.1 METHODOLOGIE APPLIQUEE

Afin de quantifier le risque sanitaire que génèrent l'usage futur et les pollutions résiduelles au droit du site, EODD a considéré l'additivité des risques induits par chacune des substances (approche sécuritaire pour les quotients de danger QD qui rappelés le, doivent être additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible).

#### 6.1.2 QUANTIFICATION DES RISQUES POUR LES EFFETS A SEUIL

Pour les effets à seuils, la possibilité de survenue d'un effet toxique chez la cible s'exprime par un quotient de risque QD, défini tel que :

$$QD_{inh} = \frac{CI}{RfC}$$

Lorsque cet indice, pour le même effet, pour le même organe cible et le même mécanisme d'action, est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît peu probable (terme utilisé dans la terminologie de l'INERIS, dans son sens non statistique). Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'un effet toxique ne peut plus être exclue.

Bien que l'indice de risque ne représente pas une probabilité, il faudra considérer que la possibilité de survenue d'un effet toxique sera fonction de la somme des indices de risque liés aux différentes voies d'administration du polluant et aux différentes substances à seuil d'effet.

**Un risque inacceptable sera donc défini par une somme des QD supérieure à 1.**

#### 6.1.3 QUANTIFICATION DES RISQUES POUR LES EFFETS SANS SEUILS

$$ERI_{inh} = CI \times ERU_{inh}$$

Aux faibles expositions, l'hypothèse est faite d'une relation linéaire entre l'effet et l'exposition, l'ERU est donc constant pour chaque substance.

L'ERI représente la probabilité d'occurrence que la cible a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée.

La possibilité supplémentaire de développer l'effet par rapport à l'exposition de fond étant exprimée sous la forme d'une probabilité, un ERI global, pour chaque scénario d'exposition défini initialement, pourra être calculé en faisant :

- pour chaque substance, la somme des risques liés à chacune des voies d'exposition qui concernent l'individu du scénario considéré,
- la somme des risques liés à chacune des substances cancérigènes du site ou issues du site,
- la somme des risques liés aux différentes durées d'exposition (chronique) qui peuvent concerner un individu.

**Un risque inacceptable sera donc défini par une somme des ERI supérieure à 10<sup>-5</sup>.**

## 6.2 NIVEAUX DE RISQUES SANITAIRES

Les tableaux suivants présentent la synthèse des niveaux de risque toxiques et cancérigènes obtenus sur la base des concentrations effectivement retenues au chapitre 3.

	Adultes employés	
	QD	ERI
Inhalation de substances volatiles au rez-de-chaussée situé au-dessus du R-1	2,74E-02	6,53E-08
Inhalation de substances volatiles dans le parking en R-1 du plus petit bâtiment	1,71E-02	4,08E-08
Inhalation de substances volatiles en extérieur	1,16E-02	2,08E-08
<b>Somme</b>	<b>5,61E-02</b>	<b>1,27E-07</b>
<b>Valeur de référence</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;10-5</b>

	Enfants usagers de la crèche	
	QD	ERI
Inhalation de substances volatiles au rez-de-chaussée situé au-dessus du R-1	3,66E-02	1,24E-08
Inhalation de substances volatiles dans le parking en R-1 du plus petit bâtiment	1,83E-02	6,22E-09
Inhalation de substances volatiles en extérieur	1,24E-02	3,17E-09
<b>Somme</b>	<b>6,73E-02</b>	<b>2,18E-08</b>
<b>Valeur de référence</b>	<b>&lt;1</b>	<b>&lt;10-5</b>

**Les indices de risques calculés sont inférieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement, au regard des hypothèses considérées et des teneurs retenues mesurées dans les gaz du sol, les eaux souterraines et les sols.**

Les hydrocarbures aliphatiques C12-C16 contribuent majoritairement au quotient de danger (QD), à hauteur de 43%.

Le benzène contribue majoritairement à l'excès de risque individuel (ERI), à hauteur de 82%.



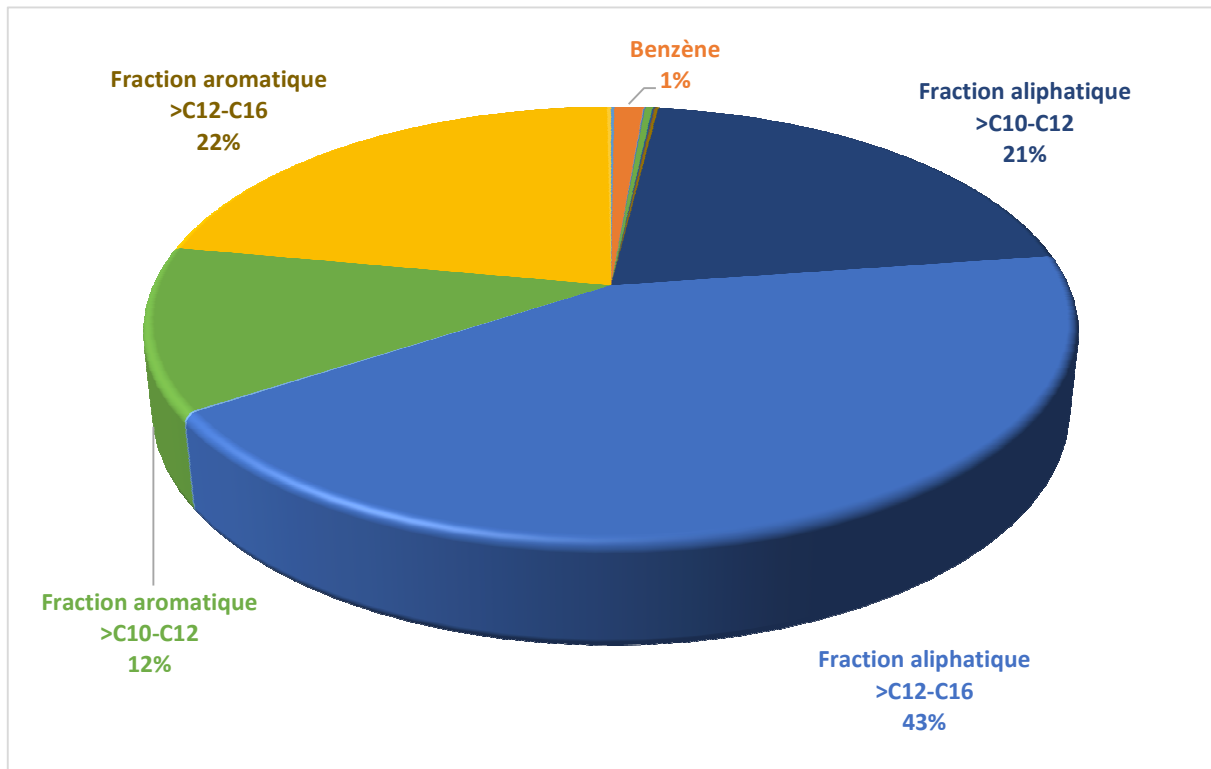


Figure 3 : Contribution des substances au quotient de danger (adultes employés et enfants usagers de la crèche)

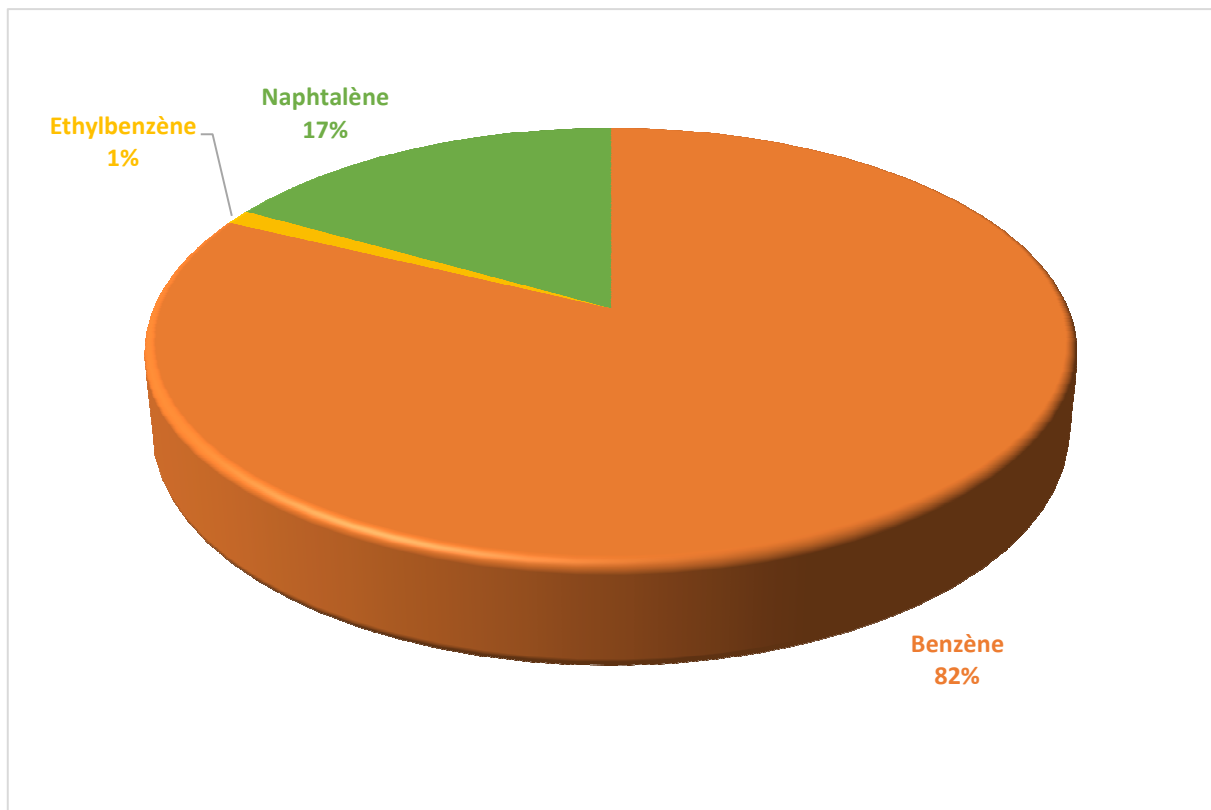


Figure 4 : Contribution des substances à l'excès de risque individuel (adultes employés et enfants usagers de la crèche)

### 6.3 EVALUATION DES INCERTITUDES

Au vu des nombreuses hypothèses nécessairement effectuées dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires, des imprécisions et incertitudes existent. Celles-ci font l'objet d'une évaluation afin de pouvoir nuancer le propos et conclure sur la fiabilité de l'étude (cf. Annexe 3).

Cette évaluation des incertitudes met en évidence le caractère fiable et globalement réaliste de l'étude réalisée sur la base des données disponibles. Il demeure néanmoins une incertitude sur la représentativité et la répétabilité du signal dans les gaz du sol (une seule campagne réalisée sur les paramètres organiques, hors mercure et saturation sur le Pza3 court et long).

Aussi, il conviendra de :

- **réaliser une nouvelle campagne complémentaire de prélèvement de gaz du sol à minima pour les paramètres organiques<sup>13</sup> ;**
- **prendre en considération, dans le cadre du projet d'aménagement, un certain nombre de restrictions d'usage, permettant d'assurer la compatibilité sanitaire comprenant notamment les dispositifs constructifs suivants :**
  - la ventilation minimale permanente permettant d'assurer un renouvellement d'air de 0,5 volume par heure, soit 12 volumes par jour, dans le niveau de parking enterré ;
  - la mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non poreux et non perméables, ou installées dans le sous-sol après décaissement préalable des terres polluées en place puis remblaiement par des matériaux sains ;
  - la couverture systématique des sols (dalle béton, enrobé, apport de terre végétale sur une épaisseur de 30 cm compactée).

**La présente étude de risque devra être mise à jour avec les données nouvellement acquises le cas échéant.**

---

<sup>13</sup> Conformément au guide pratique de prélèvement des gaz du sol du BRGM et de l'INERIS (2016)

## 7. SYNTHÈSE NON TECHNIQUE ET RECOMMANDATIONS

### 7.1 SYNTHÈSE

SAS THEODORA est porteuse d'un projet d'aménagement d'un campus urbain connecté sur un site d'une superficie de 16 565 m<sup>2</sup> à l'angle de l'avenue des Aygalades et du boulevard du Capitaine Gèze au sein du quartier des Arnavaux dans le 14<sup>ème</sup> arrondissement de Marseille (13). A ce jour le site est occupé par des bureaux, des activités de recyclage et d'emballages, ou encore de stockages et dépôts divers.

Le présent document consiste en une mise à jour de l'Analyse des Risques sanitaires Résiduels prospective réalisée en août 2020, suite à des changements de projet et à la réalisation d'investigations complémentaires.

Afin d'établir la présente ARR prospective, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- mesures de maîtrise des sources de pollution :
  - purge des points de pollution concentrée PPC conformément au plan de gestion ;
  - terrassement de la maille S27 (50-200 m) dans le cadre de la réalisation du sous-sol du bâtiment ouest ;
- usage futur : projet de campus numérique comprenant trois bâtiments sur pilotis ou niveaux de sous-sol, avec bureaux, commerces et également une crèche ;
- usages non inclus dans le projet :
  - utilisation des eaux souterraines, à l'aplomb du site à des fins domestiques ;
  - aménagement de jardins potagers et de plantation d'arbres fruitiers/à baies en pleine terre ;
- voies d'exposition retenues : exposition des futurs usagers (employés du campus et enfants usagers de la crèche) par inhalation de composés volatils en intérieur (parking en sous-sol, rez-de-chaussée) et en extérieur ;
- mesures constructives :
  - mise en place de canalisations pour l'amenée d'eau potable en matériaux non poreux et non perméables, ou enterrées après décaissement préalable des terres polluées en place puis remblaiement avec des matériaux sains ;
  - couverture systématique des sols (dalle béton, enrobé ou apport de terre végétale sur une épaisseur de 30 cm compactée couplée à un grillage avertisseur) ;
  - ventilation minimale permanente permettant d'assurer un renouvellement d'air de 0,5 volume par heure, soit 12 volumes par jour, dans les niveaux de parking enterrés.

L'évaluation de l'exposition par inhalation de composés gazeux a été effectuée à l'aide du logiciel Modul'ERS, version 1.0.142, produit par l'INERIS dans le cadre des programmes d'appui de l'institut pour le ministère en charge de l'Environnement et à partir des teneurs maximales en composés volatils mesurées dans les sols et gaz du sol.

L'évaluation de l'exposition par inhalation de composés volatils (en intérieur et en extérieur) a démontré que **l'état des milieux est compatible en termes de risques sanitaires avec l'usage futur projeté.**

## 7.2 RECOMMANDATIONS

Compte tenu de ces résultats, EODD recommande de :

- réaliser une nouvelle campagne de contrôle de la qualité des gaz des sols (via des prélèvements et analyses de gaz du sol) afin de s'assurer de la représentativité des teneurs mesurées et risques associés et notamment au droit de la crèche (usage sensible) ;
- mettre à jour la présente analyse des risques sanitaires en cas de modification des hypothèses prises en compte, de l'implantation des bâtiments, de la hauteur des pilotis et selon le projet précis de réaménagement du site ;
- mettre en place, dans le cadre du réaménagement du site, des dispositifs réglementaires permettant de garantir dans le temps la mémoire et la pérennité des mesures de gestion comme par exemple des servitudes et restrictions d'usage ;
- pendant les travaux de purge des PPC :
  - d'assurer les contrôles sur les différents milieux (a minima sur les sols et les gaz du sol) en cours et en fin de chantier de terrassement ;
  - de rédiger le rapport de fin de travaux, témoignant de la bonne mise en œuvre du rapport et comprenant la fourniture d'une ARR de fin de travaux (comprenant des gaz du sol) ;
- conformément à l'application de la circulaire du 8 février 2007 relative à l'implantation sur des sols pollués d'établissements accueillant des populations sensibles et notamment à son annexe 3 (partie contrôle des opérations de dépollution), mettre en place un contrôle périodique de la qualité de l'air ambiant de la future crèche (intérieur et jardin) en phase d'exploitation en période estivale et en période de chauffage hivernal.

## 8. ANNEXES

ANNEXE 1 : VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE	34
ANNEXE 2 : CALCULS DES RISQUES SANITAIRES	36
ANNEXE 3 : EVALUATION DES INCERTITUDES	43
ANNEXE 4 : LIMITES DE L'ETUDE	55

<p><b>ANNEXE 1 : VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE</b></p>
--

**Inhalation :**

Substances	N° CAS	Substance à seuil		Organe cible	Facteur de sécurité	Substance sans seuil		Type de cancer
		Inhalation (mg/m <sup>3</sup> )	Organisme de référence et date de mise à jour			Inhalation (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>	Organe de référence et date de mise à jour	
Exposition chronique								
<b>METALUX</b>								
Mercure	7439-97-6	3,00E-05	OEHHA 2008 (choix INERIS 2019)	Système neurologique	300	-	-	-
<b>CAV</b>								
Benzène	71-43-2	1,00E-02	ANSES 2008 (choix ANSES 2020)	Système sanguin	10	2,60E-02	ANSES 2014 (choix ANSES 2018)	Système sanguin
Toluène	108-88-3	1,90E+01	ANSES 2017 (choix ANSES 2020)	Système nerveux	5	-	-	-
Ethylbenzène	100-41-4	1,50E+00	ANSES 2016 (choix ANSES 2018)	Système auditif	75	2,50E-03	OEHHA 2009	Rénal
Xylènes	1330-20-7	1,00E-01	US EPA 2003 (choix ANSES 2020)	Altération de la coordination motrice	300	-	-	-
<b>HAP</b>								
Naphtalène	91-20-3	3,70E-02	ANSES 2013 (choix ANSES 2020)	Système respiratoire	250	5,60E-03	ANSES 2013 (choix ANSES 2020)	Système respiratoire
<b>COHV</b>								
1,1-Dichloroéthylène	75-35-4	2,00E-01	US EPA 2002/OMS 2003	Foie	30	-	-	-
<b>HCT</b>								
Fraction aliphatique C5-C8	-	1,84E+01	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Système hépatique	1000	-	-	-
Fraction aliphatique >C8-C10	-	1,00E+00	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Système hépatique	1000	-	-	-
Fraction aliphatique >C10-C12	-	1,00E+00	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Système hépatique	1000	-	-	-
Fraction aliphatique >C12-C16	-	1,00E+00	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Système hépatique	1000	-	-	-
Fraction aromatique >C6-C7	-	4,00E-01	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Poids	1000	-	-	-
Fraction aromatique >C7-C8	-	4,00E-01	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Poids	1000	-	-	-
Fraction aromatique >C8-C10	-	2,00E-01	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Poids	1000	-	-	-
Fraction aromatique >C10-C12	-	2,00E-01	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Poids	1000	-	-	-
Fraction aromatique >C12-C16	-	2,00E-01	RIVM 2001 / TPHCWG 1997	Poids	1000	-	-	-
<b>CETONES</b>								
Acétone	67-64-1	3,09E+01	ATSDR 1994	Effet neurologique	-	-	-	-



## **ANNEXE 2 : CALCULS DES RISQUES SANITAIRES**

Exposition en intérieur sous-sol									
Substances	Concentration d'exposition en intérieur mg/m <sup>3</sup>	DJA inh substances à seuil mg/m <sup>3</sup>	DJA inh substances sans seuil mg/m <sup>3</sup>	RfC mg/m <sup>3</sup>	ERU (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	QD inh air intérieur	ERI inh air intérieur	Adultes employés	
<b>METEAUX</b>									
Mercur	6,60E-08	8,29E-10	4,97E-10	3,00E-05	-	2,76E-05	-		
<b>CAV</b>									
Benzène	1,71E-04	2,15E-06	1,29E-06	1,00E-02	2,60E-02	2,15E-04	3,35E-08		
Toluène	7,41E-03	9,32E-05	5,59E-05	1,90E+01	-	4,90E-06	-		
Ethylbenzène	2,40E-05	3,01E-07	1,81E-07	1,50E+00	2,50E-03	2,01E-07	4,52E-10		
Xylènes	6,55E-05	8,22E-07	4,93E-07	1,00E-01	-	8,22E-06	-		
<b>HAP</b>									
Naphtalène	1,62E-04	2,03E-06	1,22E-06	3,70E-02	5,60E-03	5,50E-05	6,84E-09		
<b>COHV</b>									
1,1-Dichloroéthylène	2,43E-04	3,05E-06	1,83E-06	2,00E-01	-	1,53E-05	-		
<b>HCT</b>									
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	6,97E-03	8,75E-05	5,25E-05	1,84E+01	-	4,76E-06	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	6,91E-03	8,68E-05	5,21E-05	1,84E+01	-	4,72E-06	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	1,55E-03	1,95E-05	1,17E-05	1,00E+00	-	1,95E-05	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	2,83E-01	3,55E-03	2,13E-03	1,00E+00	-	3,55E-03	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	5,86E-01	7,36E-03	4,42E-03	1,00E+00	-	7,36E-03	-		
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	2,67E-04	3,35E-06	2,01E-06	2,00E-01	-	1,68E-05	-		
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	3,31E-02	4,16E-04	2,49E-04	2,00E-01	-	2,08E-03	-		
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	5,97E-02	7,50E-04	4,50E-04	2,00E-01	-	3,75E-03	-		
<b>CETONES</b>									
Acétone	6,05E-02	7,60E-04	4,56E-04	3,09E+01	0,00E+00	2,46E-05	-		
					Somme	1,71E-02	4,08E-08		
					Valeur de référence	<1	<10-5		

Exposition en intérieur (sous-sol)									
Enfants résidents									
Substances	Concentration d'exposition en intérieur	DJA inh substances à seuil	DJA inh substances sans seuil	RfC	ERU	QD inh air intérieur	ERI inh air intérieur		
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>				
<b>METAUX</b>									
Mercur	6,60E-08	8,85E-10	7,59E-11	3,00E-05	-	2,95E-05	-		
<b>CAV</b>									
Benzène	1,71E-04	2,29E-06	1,97E-07	1,00E-02	2,60E-02	2,29E-04	5,11E-09		
Toluène	7,41E-03	9,95E-05	8,53E-06	1,90E+01	-	5,24E-06	-		
Ethylbenzène	2,40E-05	3,22E-07	2,76E-08	1,50E+00	2,50E-03	2,15E-07	6,90E-11		
Xylènes	6,55E-05	8,79E-07	7,53E-08	1,00E-01	-	8,79E-06	-		
<b>HAP</b>									
Naphtalène	1,62E-04	2,17E-06	1,86E-07	3,70E-02	5,60E-03	5,87E-05	1,04E-09		
<b>COHV</b>									
1,1-Dichloroéthylène	2,43E-04	3,26E-06	2,79E-07	2,00E-01	-	1,63E-05	-		
<b>HCT</b>									
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	6,97E-03	9,35E-05	8,01E-06	1,84E+01	-	5,08E-06	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	6,91E-03	9,27E-05	7,94E-06	1,84E+01	-	5,04E-06	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	1,55E-03	2,08E-05	1,78E-06	1,00E+00	-	2,08E-05	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	2,83E-01	3,80E-03	3,25E-04	1,00E+00	-	3,80E-03	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	5,86E-01	7,86E-03	6,74E-04	1,00E+00	-	7,86E-03	-		
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	2,67E-04	3,58E-06	3,07E-07	2,00E-01	-	1,79E-05	-		
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	3,31E-02	4,44E-04	3,81E-05	2,00E-01	-	2,22E-03	-		
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	5,97E-02	8,01E-04	6,86E-05	2,00E-01	-	4,00E-03	-		
<b>CETONES</b>									
Acétone	6,05E-02	8,12E-04	6,96E-05	3,09E+01	0,00E+00	2,63E-05	0,00E+00		
					Somme	<b>1,83E-02</b>	<b>6,22E-09</b>		
					Valeur de référence	<1	<10-5		

Exposition en intérieur (rdc)									
Substances	Adultes employés								
	Concentration d'exposition en intérieur mg/m <sup>3</sup>	DJA inh substances à seuil mg/m <sup>3</sup>	DJA inh substances sans seuil mg/m <sup>3</sup>	RfC mg/m <sup>3</sup>	ERU (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	QD inh air intérieur	ERI inh air intérieur		
<b>METALUX</b>									
Mercure	6,60E-09	1,33E-09	7,96E-10	3,00E-05	-	4,42E-05	-	-	-
<b>CAV</b>									
Benzène	1,71E-05	3,44E-06	2,06E-06	1,00E-02	2,60E-02	3,44E-04	5,36E-08	-	-
Toluène	7,41E-04	1,49E-04	8,94E-05	1,90E+01	-	7,85E-06	-	-	-
Ethylbenzène	2,40E-06	4,82E-07	2,89E-07	1,50E+00	2,50E-03	3,21E-07	7,23E-10	-	-
Xylènes	6,55E-06	1,32E-06	7,90E-07	1,00E-01	-	1,32E-05	-	-	-
<b>HAP</b>									
Naphtalène	1,62E-05	3,25E-06	1,95E-06	3,70E-02	5,60E-03	8,80E-05	1,09E-08	-	-
<b>COHV</b>									
1, 1-Dichloroéthylène	2,43E-05	4,88E-06	2,93E-06	2,00E-01	-	2,44E-05	-	-	-
<b>HCT</b>									
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	6,97E-04	1,40E-04	8,40E-05	1,84E+01	-	7,61E-06	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	6,91E-04	1,39E-04	8,33E-05	1,84E+01	-	7,55E-06	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	1,55E-04	3,11E-05	1,87E-05	1,00E+00	-	3,11E-05	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	2,83E-02	5,69E-03	3,41E-03	1,00E+00	-	5,69E-03	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	5,86E-02	1,18E-02	7,06E-03	1,00E+00	-	1,18E-02	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,00E-01	-	0,00E+00	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,00E-01	-	0,00E+00	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	2,67E-05	5,36E-06	3,22E-06	2,00E-01	-	2,68E-05	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	3,31E-03	6,65E-04	3,99E-04	2,00E-01	-	3,33E-03	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	5,97E-03	1,20E-03	7,20E-04	2,00E-01	-	6,00E-03	-	-	-
<b>CETONES</b>									
Acétone	6,05E-03	1,22E-03	7,29E-04	3,09E+01	0,00E+00	3,93E-05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
					Somme	2,74E-02	6,53E-08		
					Valeur de référence	<1	<10-5		

Exposition en intérieur (rdc)									
Enfants résidents									
Substances	Concentration d'exposition en intérieur	DJA inh substances à seuil	DJA inh substances sans seuil	RfC	ERU	QD inh air intérieur	ERI inh air intérieur		
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>				
<b>METAUX</b>									
Mercur	6,60E-09	1,77E-09	1,52E-10	3,00E-05	-	5,90E-05	-		
<b>CAV</b>									
Benzène	1,71E-05	4,59E-06	3,93E-07	1,00E-02	2,60E-02	4,59E-04	1,02E-08		
Toluène	7,41E-04	1,99E-04	1,71E-05	1,90E+01	-	1,05E-05	-		
Ethylbenzène	2,40E-06	6,44E-07	5,52E-08	1,50E+00	2,50E-03	4,29E-07	1,38E-10		
Xylènes	6,55E-06	1,76E-06	1,51E-07	1,00E-01	-	1,76E-05	-		
<b>HAP</b>									
Naphtalène	1,62E-05	4,35E-06	3,73E-07	3,70E-02	5,60E-03	1,17E-04	2,09E-09		
<b>COHV</b>									
1,1-Dichloroéthylène	2,43E-05	6,52E-06	5,59E-07	2,00E-01	-	3,26E-05	-		
<b>HCT</b>									
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	6,97E-04	1,87E-04	1,60E-05	1,84E+01	-	1,02E-05	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	6,91E-04	1,85E-04	1,59E-05	1,84E+01	-	1,01E-05	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	1,55E-04	4,16E-05	3,56E-06	1,00E+00	-	4,16E-05	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	2,83E-02	7,59E-03	6,51E-04	1,00E+00	-	7,59E-03	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	5,86E-02	1,57E-02	1,35E-03	1,00E+00	-	1,57E-02	-		
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	2,67E-05	7,16E-06	6,14E-07	2,00E-01	-	3,58E-05	-		
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	3,31E-03	8,88E-04	7,61E-05	2,00E-01	-	4,44E-03	-		
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	5,97E-03	1,60E-03	1,37E-04	2,00E-01	-	8,01E-03	-		
<b>CETONES</b>									
Acétone	6,05E-03	1,62E-03	1,39E-04	3,09E+01	0,00E+00	5,25E-05	0,00E+00		
					Somme	<b>3,66E-02</b>	<b>1,24E-08</b>		
					Valeur de référence	<1	<10 <sup>-5</sup>		

Exposition en extérieur									
Substances	Concentration d'exposition en extérieur	DJA inh substances à seuil	DJA inh substances sans seuil	RfC	ERU	QD inh air extérieur	ERI inh air extérieur		
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>				
<b>METEAUX</b>									
Mercur	6,94E-09	1,74E-10	1,05E-10	3,00E-05	-	5,81E-06	-		
<b>CAV</b>									
Benzène	4,37E-05	1,10E-06	6,58E-07	1,00E-02	2,60E-02	1,10E-04	1,71E-08		
Toluène	2,14E-03	5,36E-05	3,22E-05	1,90E+01	-	2,82E-06	-		
Ethylbenzène	6,13E-06	1,54E-07	9,24E-08	1,50E+00	2,50E-03	1,03E-07	2,31E-10		
Xylènes	1,16E-05	2,90E-07	1,74E-07	1,00E-01	-	2,90E-06	-		
<b>HAP</b>									
Naphtalène	4,05E-05	1,02E-06	6,10E-07	3,70E-02	5,60E-03	2,75E-05	3,42E-09		
<b>COHV</b>									
1,1-Dichloroéthylène	6,63E-06	1,67E-07	9,99E-08	2,00E-01	-	8,33E-07	-		
<b>HCT</b>									
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	2,37E-03	5,95E-05	3,57E-05	1,84E+01	-	3,23E-06	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	2,35E-03	5,90E-05	3,54E-05	1,84E+01	-	3,21E-06	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	5,26E-04	1,32E-05	7,93E-06	1,00E+00	-	1,32E-05	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	9,63E-02	2,42E-03	1,45E-03	1,00E+00	-	2,42E-03	-		
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	1,99E-01	5,00E-03	3,00E-03	1,00E+00	-	5,00E-03	-		
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	9,07E-05	2,28E-06	1,37E-06	2,00E-01	-	1,14E-05	-		
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	1,12E-02	2,81E-04	1,69E-04	2,00E-01	-	1,41E-03	-		
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	2,03E-02	5,10E-04	3,06E-04	2,00E-01	-	2,55E-03	-		
<b>CETONES</b>									
Acétone	2,55E-02	6,40E-04	3,84E-04	3,09E+01	0,00E+00	2,07E-05	0,00E+00		
					Somme	<b>1,16E-02</b>	<b>2,08E-08</b>		
					Valeur de référence	<1	<10-5		

Exposition en extérieur									
Substances	Concentration en extérieur mg/m <sup>3</sup>	Enfants résidents		RfC mg/m <sup>3</sup>	ERU (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	QD inh air extérieur	ERI inh air extérieur	ERU	
		DJA inh substances à seuil mg/m <sup>3</sup>	DJA inh substances sans seuil mg/m <sup>3</sup>					Somme	Valeur de référence
<b>METEAUX</b>									
Mercur	6,94E-09	1,86E-10	1,60E-11	3,00E-05	-	6,21E-06	-	-	-
<b>CAV</b>									
Benzène	4,37E-05	1,17E-06	1,00E-07	1,00E-02	2,60E-02	1,17E-04	2,61E-09	-	-
Toluène	2,14E-03	5,73E-05	4,91E-06	1,90E+01	-	3,02E-06	-	-	-
Ethylbenzène	6,13E-06	1,64E-07	1,41E-08	1,50E+00	2,50E-03	1,10E-07	3,52E-11	-	-
Xylènes	1,16E-05	3,10E-07	2,66E-08	1,00E-01	-	3,10E-06	-	-	-
<b>HAP</b>									
Naphtalène	4,05E-05	1,09E-06	9,31E-08	3,70E-02	5,60E-03	2,94E-05	5,22E-10	-	-
<b>COHV</b>									
1,1-Dichloroéthylène	6,63E-06	1,78E-07	1,52E-08	2,00E-01	-	8,89E-07	-	-	-
<b>HCT</b>									
Hydrocarbures aliphatiques >C5-C6	2,37E-03	6,36E-05	5,45E-06	1,84E+01	-	3,46E-06	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C6-C8	2,35E-03	6,30E-05	5,40E-06	1,84E+01	-	3,43E-06	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C8-C10	5,26E-04	1,41E-05	1,21E-06	1,00E+00	-	1,41E-05	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C10-C12	9,63E-02	2,58E-03	2,21E-04	1,00E+00	-	2,58E-03	-	-	-
Hydrocarbures aliphatiques >C12-C16	1,99E-01	5,34E-03	4,58E-04	1,00E+00	-	5,34E-03	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C6-C7	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,00E-01	-	0,00E+00	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C7-C8	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,00E-01	-	0,00E+00	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C8-C10	9,07E-05	2,43E-06	2,09E-07	2,00E-01	-	1,22E-05	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C10-C12	1,12E-02	3,00E-04	2,58E-05	2,00E-01	-	1,50E-03	-	-	-
Hydrocarbures aromatiques >C12-C16	2,03E-02	5,45E-04	4,67E-05	2,00E-01	-	2,72E-03	-	-	-
<b>CETONES</b>									
Acétone	2,55E-02	6,84E-04	5,86E-05	3,09E+01	0,00E+00	2,21E-05	-	-	-
					Somme	1,24E-02	3,17E-09		
					Valeur de référence	<1	<10-5		



## **ANNEXE 3 : EVALUATION DES INCERTITUDES**

Conformément à la méthodologie de l'évaluation des risques sanitaires, la discussion des incertitudes est une étape nécessaire pour interpréter les résultats et permettre une gestion optimale des risques.

Elle a pour objectif d'apprécier dans quelle(s) mesure(s) et selon quelle sensibilité, l'ensemble des différentes hypothèses, facteurs ou termes de calcul pris en compte dans l'étude peuvent influencer l'évaluation des risques.

Ainsi, les hypothèses et paramètres déterminants sont discutés dans cette annexe afin d'apprécier la sensibilité et de vérifier leur influence sur les résultats de l'analyse des risques.

*Certains éléments d'incertitude étant difficilement quantifiables, seul un jugement qualitatif sera rendu dans ce cas-là.*

## 1 Caractérisation des sources de pollution

### 1.1 Stratégie d'investigations

Les investigations ont consisté :

- à caractériser les zones à risque d'un point de vue environnemental identifiées à l'issue de l'étude historique ;
- à circonscrire les anomalies de concentration identifiées lors du premier diagnostic ;
- à caractériser les gaz du sol pour les substances organiques ;
- à définir la qualité des eaux souterraines.

Deux des piézaires ont été implantés au droit des sondages ayant montré un impact en mercure potentiellement volatil dans les sols. Ils se trouvent au droit des futurs sous-sol à 1,5 m de profondeur. Deux piézaires ont été mis en place pour caractériser les milieux extérieurs. A noter que le projet d'aménagement compte deux niveaux de sous-sol sur le bâtiment ouest.

De plus, les investigations de terrain étant la plupart du temps ponctuelles dans l'espace, les résultats sont donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut, comme souvent dans le milieu souterrain, être relativement importante.

Ces incertitudes sont difficiles à quantifier.

### 1.2 Méthode de forage et de prélèvement

Les précautions prises pour limiter les biais associés aux méthodes de forage et de prélèvement sont :

- la technique de forage : utilisation d'un carottier battu (méthode de forage non destructive) pour obtenir des échantillons de sols intacts ;
- le mode de conservation (échantillons stockés en glacières de terrain réfrigérées) et de transport des échantillons (acheminés au laboratoire dans les 24h).
- l'équipement des piézaires : utilisation de tubes PEHD ;
- les prélèvements de gaz du sol :
  - utilisation de pompes bas débit (0,25 l/min première campagne et 0,5 l/min deuxième campagne à afin de favoriser l'adsorption des composés sur les supports de prélèvements ;
  - durée de pompage comprises entre 4,5h et 7h (et un prélèvement court de 30 min) ;

- absence de saturation des supports de prélèvements pour les composés prélevés.

**Qualification de l'hypothèse : réaliste**

### 1.3 Analyses en laboratoire

Les analyses ont été réalisées par un laboratoire accrédité par le COFRAC.

Cette accréditation ainsi que les normes et standards internes suivies par le laboratoire impliquent des contrôles qui garantissent la qualité des analyses et donc permettent de réduire les incertitudes associées.

**Qualification de l'hypothèse : réaliste**

## 2 Scénarios d'exposition étudiés

Compte tenu des caractéristiques physico-chimiques des polluants présents dans les sols, les eaux souterraines et les gaz du sol, les récepteurs sont susceptibles d'être exposés par inhalation de composés sous forme gazeuse en intérieur et en extérieur, issus du dégazage des sols et du transfert des gaz du sol.

Les voies d'exposition non prises en compte sont :

- l'inhalation de composés volatils au droit du bâtiment « pavillon », ce dernier ne reposant pas directement sur le sol mais sur pilotis (hauteur des pilotis comprise entre 4,5 et 6 m) ;
- l'ingestion de sols, l'inhalation de polluants absorbés par les poussières (ré envol) et l'exposition par contact cutané, étant donné que les sols en place seront systématiquement recouverts dans le cadre du réaménagement du site ;
- l'ingestion de végétaux en l'absence de jardin potager et/ou arbre fruitier/à baie en pleine terre sur le site ;
- l'ingestion et l'adsorption d'eau, en l'absence d'usage des eaux souterraines au droit du site et compte tenu des hypothèses prises en compte concernant les éventuels réseaux d'amenée d'eau potable (en matériaux non poreux/non perméables ou enterrées dans des terrains sains).

**Qualification de l'hypothèse : réaliste**

**Influence du paramètre : forte**

A noter par ailleurs la prise en compte de l'additivité des voies d'exposition pour chacun des récepteurs étudiés sans prise en considération des organes cibles concernés.

**Qualification de l'hypothèse : majorante**

**Influence du paramètre : forte**

### 3 Choix des substances et milieux sources (sol, gaz du sol)

#### 3.1 Choix des milieux

Le milieu gaz des sols est considéré comme un milieu intégrateur des pollutions volatiles issues des sols et des eaux souterraines. Dans ce cadre, la prise en considération des résultats des mesures gaz du sol est considérée comme plus réaliste que celle des teneurs sols/eaux souterraines, et intégratrice des contributions respectives en provenance de ces milieux.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

Une seule campagne de mesures de gaz du sol a été réalisée pour toutes les substances organiques en condition estivale<sup>14</sup>.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste.</b> <b>Toutefois, il est recommandé de réaliser une seconde campagne de contrôle de la qualité des gaz des sols pour vérifier la représentativité et la répétabilité du signal</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
---	---------------------------------------

Les milieux sols et eaux souterraines ont également été retenus pour les substances détectées en périmètre éloigné des piézais.

<b>Qualification de l'hypothèse : majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
---	---------------------------------------

#### 3.2 Choix des substances par milieux

Les substances quantifiées dans les gaz du sol, les sols et les eaux souterraines possédant une VTR inhalation chronique ont été retenues pour l'évaluation des risques sanitaires.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

Par ailleurs, il est à noter que le fluorène (HAP peu volatils), quantifié dans les sols sous forme de traces et n'ayant pas été recherchés dans les gaz du sol, n'a pas été retenu dans la présente étude, considérant cette substance peu contributive aux niveaux de risque d'après notre retour d'expérience.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : négligeable</b>
--	---

#### 3.3 Caractéristiques des substances retenues

Les transferts de polluants d'un compartiment de l'environnement à l'autre dépendent des caractéristiques intrinsèques des polluants. Celles-ci sont susceptibles de varier d'une base de données à l'autre, d'une étude à l'autre. Les valeurs prises en compte sont :

- celles proposées par défaut par le modèle de modélisation, a priori réalistes ou majorantes ;
- celles proposées sur les bases de données officielles de l'INERIS.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

<sup>14</sup> Le 3 juillet 2020 et 30 juillet 2021

## 4 Concentrations retenues

Les teneurs maximales dans les gaz du sol ainsi que les limites de quantification des substances détectées dans les sols et eaux souterraines ont été retenues (option sécuritaire dans la mesure où les deux piézaires ont été installés au droit de PPC qui feront l'objet d'une purge puis d'un traitement hors site et deux autres dans les espaces extérieurs).

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>majorante</i></b>	<b>Influence du paramètre : <i>forte</i></b>
--	--

Pour les substances mesurées dans les sols, les gaz du sol et les eaux souterraines, la concentration maximale modélisée entre le milieu gaz du sol et le milieu sol+eau souterraine a été retenue.

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>réaliste à majorante</i></b>	<b>Influence du paramètre : <i>forte</i></b>
---	--

En raison d'une saturation du prélèvement long du Pza3, les résultats de gaz du sol sur le Pza3 court ont été retenus. Toutefois, ce dernier ayant également saturé pour les hydrocarbures aliphatiques C<sub>5</sub>-C<sub>6</sub>, les couches de mesure et de contrôle ont été additionnées pour ce paramètre. Une sous-estimation potentielle de la concentration mesurée est néanmoins à prévoir. En effet, la couche de contrôle présente une concentration supérieure à 5% vis-à-vis de la couche de mesure.

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>sous-estimation potentielle nécessitant la réalisation de mesures complémentaires.</i></b>	<b>Influence du paramètre : <i>forte</i></b>
---	--

Les concentrations maximales dans les sols pour le naphtalène, le toluène, les hydrocarbures volatils (fractions C<sub>10</sub>-C<sub>16</sub>) et l'acétone ont été retenues (hors PPC et sondage S27 purgés), ces dernières étant supérieures à celles relevées dans les sols des sondages équipés en piézaires. Cette approche est majorante au regard du futur terrassement du site et considérant que les teneurs maximales sont présentes sur la totalité du site .

Les concentrations maximales dans les eaux souterraines pour le benzène, toluène, xylènes et 1,1-dichloroéthène ont été retenues, les COHV n'ayant pas été analysés dans les gaz du sol et les BTEX détectés au droit du piézomètre F1, dans un périmètre éloigné des mesures gaz du sol ;

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>majorante</i></b>	<b>Influence du paramètre : <i>forte</i></b>
--	--

Concernant les fractions volatiles d'hydrocarbures C<sub>10</sub>-C<sub>16</sub> dans les sols, les analyses des hydrocarbures disponibles ne permettent pas de définir les proportions de fractions aliphatiques ou aromatiques. Dans ce cadre, à titre sécuritaire, les concentrations maximales ont été appliquées aux deux catégories de substances.

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>majorante</i></b>	<b>Influence du paramètre : <i>modérée</i></b>
--	--

## 5 Valeurs toxicologiques de référence (VTR)

L'évaluation de la toxicité des substances a été réalisée à partir des valeurs toxicologiques de référence (VTR) disponibles dans les bases de données consultées. Ces VTR sont données :

- Pour une voie d'exposition (inhalation) ;
- Pour une durée d'exposition (chronique).

EODD a retenu les VTR soit sur la base des constructions ou sélections de VTR réalisées par les organismes nationaux (INERIS, ANSES), soit conformément à la note d'information du 31 octobre 2014.

**Qualification de l'hypothèse : réaliste**, répondant à l'état de l'art

### Cas du cis-1,2-dichloroéthylène

Par ailleurs, conformément à la note d'information du 31 octobre 2014 en matière de sélection des VTR, en l'absence de VTR définitives pour le cis-1,2-dichloroéthylène, cette substance n'a pas été étudiées dans l'ARRp.

La prise en compte des VTR provisoires pour les enfants de la crèche (scénario avec le QD le plus majorant) conduit néanmoins à des niveaux de risque demeurant inférieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement.

	Enfants de la crèche	
	QD	ERI
Somme - sans cis-1,2-dichloroéthène dans les eaux souterraines	6,73E-02	2,18E-08
Somme – avec cis-1,2-dichloroéthène dans les eaux souterraines	6,73E-02	2,18E-08
Valeur de référence	<1	<10-5

**Qualification de l'hypothèse : réaliste**

**Influence du paramètre : négligeable**

## 6 Choix du programme de modélisation du transfert des composés gazeux vers l'air ambiant

Le logiciel MODUL'ERS permet de déterminer des flux gazeux à la surface du sol à partir des concentrations dans les sols/eaux souterraines/gaz du sol, en prenant en compte les caractéristiques du sol telles que la porosité totale et la teneur en eau (possibilité d'intégrer plusieurs couches de sol ayant des caractéristiques différentes).

Deux modèles de transferts de polluants depuis une source « gaz du sol », « sol » ou « eaux souterraines » vers l'air intérieur d'un bâtiment, sont intégrés au logiciel MODULERS :

- Johnson et Ettinger qui combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers les sols avec un modèle simple de transport à travers les fondations d'un bâtiment ;
- Volasoil qui combine un modèle de transport par diffusion et convection à travers les sols avec un modèle simple de transport à travers le plancher d'un bâtiment.

Dans le cas présent, le modèle Johnson et Ettinger a été retenu.

En l'absence d'information sur le mode de construction du bâtiment, la modélisation du transfert des polluants volatils dans les bâtiments depuis les sols a été réalisé avec le modèle **Johnson et Ettinger** (approche sécuritaire pour des bâtiments neufs).

**Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante**

Le modèle Johnson et Ettinger du logiciel MODUL'ERS prend en compte les phénomènes de diffusion et de convection, suivant les principales hypothèses ci-dessous :

- les polluants sous forme vapeur pénètrent dans le bâtiment principalement à travers les fissures et ouvertures des fondations ;
- le transport convectif des polluants se fait principalement dans la zone d'influence du bâtiment (et devient rapidement nul dès qu'on s'éloigne du bâtiment) ;
- le transport entre la source de contamination et la zone d'influence du bâtiment est essentiellement diffusif ;
- toutes les vapeurs émises sous le bâtiment vont entrer à l'intérieur du bâtiment, à moins que les sols et les murs soient complètement étanches à la vapeur ;
- le polluant est réparti de manière homogène au niveau de la zone de contamination ;
- le modèle ne prend pas en compte les processus de transformation des polluants (biodégradation, hydrolyse...);
- la perméabilité de la couche de sol en contact avec la dalle et les murs est considérée comme homogène ;
- la ventilation du bâtiment et le différentiel de pression entre l'intérieur du bâtiment et le sol sont considérés comme constants.

**Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante**

A noter que les modélisations réalisées dans la version de MODUL'ERS utilisée prennent en considération une source infinie, qui ne s'épuise pas au cours du temps au fur et à mesure de sa volatilisation.

**Qualification de l'hypothèse : majorante**

Concernant la modélisation du dégazage vers l'air extérieur, les paramètres suivants ont été intégrés au modèle « boîte » du logiciel MODUL'ERS :

- vitesse du vent :  $v = 2$  m/s (vitesse faible, hypothèse majorante) ;
- hauteur des voies respiratoires :  $H = 1$  m (réaliste pour les enfants et sécuritaire pour les adultes sur la base d'une taille moyenne en France de 1,75 m pour les hommes et 1,63 m pour les femmes) ;
- longueur de dilution :  $L = 130$  m, correspondant à la longueur la plus importante des espaces verts. Cette approche est majorante car aucune anomalie de pollution de 130 m de long n'a été identifiée sur le site.

**Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante**

**Influence du paramètre : forte**



## 7 Caractéristiques du milieu sol utilisé dans les modélisations de transfert des composés gazeux vers l'air ambiant (intérieur et extérieur)

### 7.1 Type de sol (zone non saturée) retenu pour la source sol/gaz et profondeur

Dans le cas présent, les calculs ont été réalisés sur la base des valeurs de porosité totale associées par Johnson et Ettinger à un sol de type sableux (0,375). Le site présente des graviers (assimilés à des sables) en alternance avec des limons ou des argiles.

Quant à la teneur en eau, celle-ci a été définie à partir des résultats d'analyses (moyenne) obtenus sur la matière sèche au droit du site.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : modérée</b>
--	---

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés :

- à l'intérieur, sur une source : sol/gaz du sol située à -0,01 m sous les bâtiments (considérant la source de pollution directement sous la dalle) ;
- à l'extérieur, sur une source gaz du sol et sol située à -0,3 m sous le TN (correspond à l'épaisseur de la couverture de terre végétale saine qu'il conviendra de mettre en place).

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

### 7.2 COT retenu pour la source sol

Les calculs ont été réalisés sur la base d'une moyenne des teneurs en COT mesurées dans les sols.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

### 7.3 Type de sol retenu pour la couche de forme sous la dalle des bâtiments

Dans le cas présent, les calculs ont été réalisés sur la base des valeurs d'une perméabilité intrinsèque de  $9,92 \cdot 10^{-8}$  cm<sup>2</sup> associée à un sol de type sable.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

### 7.4 Type de sol (zone saturée) retenu et profondeur des eaux souterraines

Dans le cas présent, les calculs ont été réalisés sur la base des valeurs de frange capillaire et d'air contenu dans la frange capillaire associées par Johnson et Ettinger à un sol de type sableux.

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur une source eaux souterraines située à -2,11 m de profondeur (correspondant à la plus faible profondeur relevée au droit des piézomètres).

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à majorant</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
---	---------------------------------------

## 8 Caractéristiques des bâtiments utilisées dans la modélisation du transfert des composés gazeux vers l'air intérieur

### 8.1 Dimension des pièces

Les dimensions du parking en R-1 sont issues des données constructrices de CARTA Associés. Pour le scénario de transfert des gaz du sol vers l'air ambiant du parking en sous-sol, il a été retenu la superficie du parking du bâtiment avec le plus petit niveau de sous-sol. Ce choix est donc sécuritaire, au regard de la modélisation du transfert dans le sous-sol du bâtiment Aygalades (plus petit).

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à sécuritaire</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

### 8.2 Epaisseur de la dalle

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur une épaisseur de dallage de 13 cm, correspondant à l'épaisseur nominale de dallage fixée par la norme applicable pour ce type de bâtiments (DTU 13.3).

Il s'agit d'une épaisseur minimale de dalle pour ce type de construction.

Une épaisseur plus importante conduirait à des teneurs en intérieur plus faibles donc des niveaux de risque moins élevés.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste à sécuritaire</b>	<b>Influence du paramètre : modérée</b>
--	---

### 8.3 Profondeur de la surface inférieure de la dalle par rapport à la surface du sol

Les calculs présentés dans l'analyse des risques pour le dégazage depuis les sols vers l'air intérieur du parking en R-1 sont basés sur 2,36 m de profondeur correspondant à l'épaisseur de la dalle retenue et la hauteur sous plafond du sous-sol.

<b>Qualification de l'hypothèse : sécuritaire</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
---	---------------------------------------

### 8.4 Taux de renouvellement de l'air dans le parking en sous-sol

En l'absence de données, il a été choisi de considérer un taux de renouvellement d'air de 0,5 vol/h, ce qui est faible donc majorant pour les calculs concernant un parking souterrain

<b>Qualification de l'hypothèse : majorante</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
---	---------------------------------------

### 8.5 Taux de transfert du sous-sol vers le rez-de-chaussée

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur un taux de transfert de 10% depuis le sous-sol vers le RDC, correspondant à un facteur empirique pris en compte dans les modèles hollandais HESP et CSOIL. Une étude a été réalisée par l'INERIS concernant le transfert de vapeurs du sous-sol ou du vide sanitaire vers l'air intérieur (rapport n° INERIS DRC-05-57278-DESP/R03a en date du 15/04/2005).

Celle-ci indique notamment que ce facteur de 10% correspond à la moyenne de données empiriques, comprises entre un minimum de 0 et un maximum de 0,68, avec un 95<sup>ème</sup> centile de 0,39 et s'interroge sur la représentativité de ce facteur étant donné la variabilité importante mesurée.

Un nouveau calcul est donc réalisé. La prise en compte d'un facteur de **68%**, moins sécuritaire, conduit à des niveaux de risque restant inférieurs aux valeurs définies par le ministère en charge de l'Environnement.

	Adultes employés	
	QD	ERI
Somme – avec un facteur de transfert de 10%	5,61E-02	1,27E-07
Somme - avec un facteur de transfert de 68%	2,15E-01	5,05E-07
Valeur de référence	<1	<10-5

	Enfants de la crèche	
	QD	ERI
Somme – avec un facteur de transfert de 10%	6,73E-02	2,18E-08
Somme - avec un facteur de transfert de 68%	2,80E-01	9,40E-08
Valeur de référence	<1	<10-5

<b>Qualification de l'hypothèse : sous-estimation potentielle mais pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude</b>	<b>Influence du paramètre : modérée</b>
---	---

### 8.6 Rayon de fissures

Les calculs présentés dans l'analyse des risques sont basés sur un rayon de fissures de 5,00E-04 m (valeur recommandée par Johnson et Ettinger pour un sous-sol), cette valeur est également recommandée par l'USEPA.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

## 9 Caractéristiques de l'exposition retenue

### 9.1 Employés du campus numérique

L'exposition dans le parking souterrain a été considérée égale à 0,5h par jour, ce qui s'avère réaliste (voir majorant) par rapport aux pratiques habituelles.

<b>Qualification de l'hypothèse : réaliste</b>	<b>Influence du paramètre : forte</b>
--	---------------------------------------

On considère que les futurs travailleurs passeront au total 9,5h/24 sur leur lieu de travail, dont 8h en intérieur, 0,5h à l'intérieur du parking en sous-sol et 1h au droit des espaces verts extérieurs, 220 jours par an, pendant 42 ans.

Ces durées correspondent à une durée annuelle du travail de 1760 heures et à une personne qui travaillerait toute sa vie active sur le même lieu de travail.

D'après des études statistiques récentes (Publication de la direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (Dares Analyses – Juillet 2013 – n°047), la durée annuelle effective du travail par salarié à temps complet en 2011 s'établissait en moyenne à 1683 heures (1603 heures pour les femmes et 1741 heures pour les hommes).

Ces valeurs correspondent aux durées de travail hebdomadaires habituelles déclarées par les salariés (supérieures à la durée légale du travail et intégrant les heures supplémentaires « structurelles » ou le travail des cadres en forfait jour avec des durées quotidiennes de travail plus longues).

Par ailleurs, s'il n'était pas rare il y a quelques années ou dizaines d'années de réaliser toute sa vie professionnelle dans la même entreprise, le temps passé aujourd'hui dans un même emploi et une même entreprise s'est considérablement raccourci. A titre d'exemple, la durée moyenne d'un emploi en France (données OCDE – durées moyennes d'ancienneté) se situe actuellement autour de 11 ans. Enfin, la prise en compte d'une durée d'exposition de 1h en extérieur apparaît également sécuritaire (prise en compte d'un salarié qui passerait toute sa pause déjeuner en extérieur sur son lieu de travail, été comme hivers).

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>majorante</i></b>	<b>Influence du paramètre : <i>forte</i></b>
--	--

## 9.2 Enfants usagers de la crèche

L'exposition dans le parking souterrain a été considérée égale à 0,5h par jour, ce qui s'avère réaliste. (voir majorant) par rapport aux pratiques habituelles.

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>réaliste à majorant</i></b>	<b>Influence du paramètre : <i>forte</i></b>
--	--

Concernant le temps passé à l'intérieur de la crèche, une durée journalière de 10 h a été prise en compte pour les enfants. Il est considéré qu'un enfant se rendrait à la crèche 5 jours par semaine, 47 semaines dans l'année (approche majorante).

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>réaliste à majorante</i></b>	<b>Influence du paramètre : <i>forte</i></b>
---	--

Enfin, la prise en compte d'une durée d'exposition de 1h par jour en extérieur apparaît sécuritaire (prise en compte d'un enfant qui passerait 1h par jour au droit des espaces verts toute l'année, été comme hiver).

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>majorante</i></b>	<b>Influence du paramètre : <i>forte</i></b>
--	--

### 9.3 Enfants et adultes résidents

Aucun logement ne sera présent en rez-de-chaussée du bâtiment. Toutefois, à titre indicatif, un calcul de risque a été réalisé en considérant les temps d'exposition de résidents adultes et enfants qui vivraient au rez-de-chaussée du bâtiment (soit 20 h par jour en intérieur, 0,5 h par jour au sous-sol et 1 h par jour en extérieur, 365 jours par an). Les résultats demeurent acceptables et démontrent la compatibilité sanitaire entre les logements en R+1 des bâtiments et les milieux résiduels.

	Adultes résidents	
	QD	ERI
Somme – avec un facteur de transfert de 10%	5,61E-02	1,27E-07
Somme - avec un facteur de transfert de 68%	1,61E-01	3,73E-07
Valeur de référence	<1	<10-5

	Enfants résidents	
	QD	ERI
Somme – avec un facteur de transfert de 10%	6,73E-02	2,18E-08
Somme - avec un facteur de transfert de 68%	1,61E-01	5,38E-08
Valeur de référence	<1	<10-5

<b>Qualification de l'hypothèse : <i>majorante</i></b>	<b>Influence du paramètre : <i>forte</i></b>
--	--

## ANNEXE 4 : LIMITES DE L'ETUDE

L'évaluation des risques est une discipline relativement récente dans le domaine des sites et sols pollués et en constante évolution. Elle s'appuie sur une méthodologie, les connaissances scientifiques et techniques et les données propres au site, disponibles au moment de l'étude.

Des modifications de la méthodologie ou des connaissances scientifiques, une évolution du contexte environnemental ou industriel peuvent apparaître à l'issue de l'étude et rendre en partie caduques les interprétations et recommandations du document.

Ces dernières ne sont valables qu'au moment de la réalisation des rapports et de l'évaluation des risques et peuvent être révisées en cas de modification des conditions initiales.

Ce rapport, et notamment les figures, tableaux, annexes, conclusions ou recommandations qui en font partie, forment un tout indivisible. A cet effet, la responsabilité de l'auteur ne pourra être engagée dans le cas d'une interprétation erronée de toute partie extraite du rapport.

## **ANNEXE 14 : LIMITES DE L'ETUDE**

Les conclusions relatives à cette étude sont limitées à l'emprise du site telle que décrite dans le présent document. Elles ne préjugent pas du niveau de pollution qui pourrait exister aux alentours.

Les conclusions de cette étude sont basées sur les informations recueillies auprès des différentes sources qu'elles soient internes ou externes au maître d'ouvrage. Ces informations ont fait l'objet, autant que faire se peut, de vérifications de la part du chargé d'étude mais restent dépendantes des éventuelles erreurs, omissions ou fausses informations.

On ne peut prétendre à un niveau d'information plus important que les moyens mis en œuvre ne le permettent.

Des modifications de la méthodologie ou des connaissances scientifiques, une évolution du contexte environnemental ou industriel peut apparaître à l'issue de l'étude et rendre en partie caduques les interprétations et recommandations du document.

Ce rapport, et notamment les figures, tableaux, annexes, conclusions ou recommandations qui en font partie, forment un tout indivisible. A cet effet, la responsabilité de l'auteur ne pourra être engagée dans le cas d'une interprétation erronée de toute partie extraite du rapport.





---

Théodora – Marseille 14<sup>ième</sup>

Descriptions et compléments  
réglementaires pour recours gracieux  
auprès de la DREAL PACA

## **RAPPORT**

01648807 | Décembre 2020 | HLE







Le Crystallin  
191/193 cours Lafayette  
CS 20087  
69458 Lyon Cedex 06

Email :  
[hydratec\\_vitrolles@hydra.setec.fr](mailto:hydratec_vitrolles@hydra.setec.fr)

T : 04 27 85 48 80  
F : 04 27 85 48 81

Directeur de Projet : OVE

Responsable d'affaire : HLE

Assistante : RDS

N°AFFAIRE : 48807

Fichier :  
48807\_Theodora\_Projet\_note\_def.doc  
x

Version	Date	Établi par	Vérfié par	Observations / Visa
1	10/12/2020	NMT/SGS/H LE	HLE	1 <sup>er</sup> édition - 47 pages
2	16/12/2020	HLE	HLE	Ajout des annexes 1 et 2

## TABLE DES MATIERES

1	CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE .....	7
2	PRESENTATION DU PROJET .....	8
2.1	Environnement urbain et physique du projet.....	8
2.2	Projet.....	9
3	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGREGOLOGIQUE .....	11
3.1	Contexte géologique.....	11
3.1.1	Contexte géologique de Marseille.....	11
3.1.2	Contexte géologique local.....	12
4	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE .....	16
4.1	Masse d'eau souterraine .....	16
4.2	Piézométrie.....	16
4.3	Perméabilités .....	20
5	CALCUL DU DEBIT D'EPUISEMENT DU BATIMENT SS2 .....	21
5.1	Généralités.....	21
5.1.1	En phase travaux .....	21
5.1.2	En phase exploitation.....	21
5.2	Calculs des débits d'exhaures des fonds de fouille .....	21
5.2.1	Cas favorable du calcul du débit d'exhaure en fond de fouille (formule analytique de vidange).....	22
5.2.2	Cas défavorable du calcul du débit d'exhaure en fond de fouille .....	22
5.2.3	Phase exploitation .....	25
6	ANALYSE DE LA SITUATION HYDRAULIQUE ACTUELLE.....	27
6.1	Topographie de la zone d'étude.....	27
6.2	Hydrologie.....	28
6.3	Plan de Prévention des Risques Inondation des Ayalades .....	29
6.4	Fonctionnement hydraulique en situation actuelle.....	33
7	ETUDE QUALITATIVE DE L'IMPACT HYDRAULIQUE DU PROJET .....	35
8	DEMARCHE PROPOSEE POUR L'ETUDE D'INCIDENCE HYDRAULIQUE DU PROJET .	38
8.1	Méthodologie .....	38
8.2	Modélisation des écoulements .....	38
8.2.1	Présentation du logiciel de modélisation.....	38
8.2.2	Présentation du modèle hydraulique .....	39
9	DEMARCHE ET CONTEXTE REGLEMENTAIRE .....	42
9.1	Analyse du projet au regard des rubriques mentionnées à l'article R.214-1 du code de l'environnement .....	42

9.2	Zoom sur la problématique inondation du projet.....	45
10	CONCLUSIONS SUR LE PROJET .....	47

### **Liste des figures**

Figure 1 :	Localisation du site du Projet	8
Figure 2 :	Extrait du plan masse du projet	10
Figure 3 :	Schéma structural de la zone Aubagne-Marseille (source : BRGM)	12
Figure 4 :	Extrait de la carte géologique à l'échelle 1/50000 <sup>ème</sup> et localisation des ouvrages de la BSS	13
Figure 5 :	Extrait de la coupe géologique du forage BSS002KSAV (source : infoterre BRGM)	14
Figure 6 :	Extrait de la coupe géologique du piézomètre PZ-GEZE-1 (source : ERG Environnement)	15
Figure 7 :	Référentiel hydrogéologique national BD LISA (source : SANDRE)	16
Figure 8 :	Localisation des piézomètres suivis à proximité du projet (source : ERG Environnement)	17
Figure 9 :	Carte piézométrique, campagne novembre 2017 (source : ERG Environnement)	18
Figure 10 :	Carte piézométrique, campagne mai 2018 (source : ERG Environnement)	19
Figure 11 :	carte piézométrique asynchrone (source : BRGM, ERG Environnement)	19
Figure 12 :	niveaux de nappe mesurés au droit des piézomètres (source : ERG Environnement)	20
Figure 13 :	Ecoulement de contournement d'un soutènement, norme NF P 94 282	23
Figure 14 :	Formule de Davidenkoff	23
Figure 15 :	Définition des paramètres des abaques de Davidenkoff (NF P 94-282 : Justification des ouvrages géotechniques, 2009)	24
Figure 16 :	Fonctions des charges $\phi_1$ et $\phi_2$ en fonction de la géométrie de l'enceinte (NF P 94-282 : Justification des ouvrages géotechniques, 2009)	24
Figure 17 :	Formules de calcul de débit de fond de fouille	24
Figure 18 :	Extrait du DTU 14-1	26
Figure 19 :	Topographie aux alentours de la zone d'étude	27
Figure 20 :	Hyétoigrammes des pluies de projet – Etude aléa inondation DDTM13	29
Figure 21 :	Classes d'aléa du PPRI des Aygalades	30
Figure 22 :	Carte des aléas du PPRI des Aygalades au droit du projet	30
Figure 23 :	Carte des PHE du PPRI des Aygalades au droit du projet	31
Figure 24 :	Zonage réglementaire du PPRI des Aygalades au droit du projet	31
Figure 25 :	Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement au droit du projet Theodora pour la crue de référence du PPRI des Aygalades	34
Figure 26 :	Vue en plan de l'aménagement paysager projeté au droit de la zone d'étude	35
Figure 27 :	Coupe transversale de l'aménagement paysager projeté au droit de la zone d'étude	36
Figure 28 :	Déblais et remblais projetés projeté au droit de la zone d'étude	36

Figure 29 : Emprise géographique du modèle des Aygalades	40
Figure 30 : Emprise géographique du modèle des Aygalades – agrandissement sur l’environnement proche de la zone du projet	41

### **Liste des tableaux**

Tableau 1 : Valeurs utilisées pour le calcul du volume d’épuisement	22
Tableau 2 : Valeurs utilisées pour le calcul du débit de fond de fouille (cas défavorable)	25
Tableau 3 : Scénario de pluie et d’embâcle pour la crue de référence du PPRI	28
Tableau 4 : Synthèse des contraintes du PPRI des Aygalades par zone du PPRI	32
Tableau 5 : Analyse du projet au regard de l’article R.214-1 du code de l’environnement	45

### **ANNEXES**

Annexe 1 – Rapport d’étude de sol préliminaire (mission G1 PGC), Sol Essais – Avril 2020
Annexe 2 - Extraits du règlement du PPRI des Aygalades

# 1 CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE

Foncière Jaguar est porteur d'un projet d'aménagement de campus numérique démonstrateur « Théodora » dans le 14<sup>ème</sup> arrondissement de Marseille sur une emprise de 16 565 m<sup>2</sup> située à l'angle de l'avenue des Ayalades et du boulevard du Capitaine Gèze au sein du quartier des Arnavaux (13).

Le foncier, anciennement occupé par les usines Théodora, est actuellement propriété de l'EPF PACA1. A ce jour le site est occupé par l'Assistance Publique des Hôpitaux de Marseille (APHM) et par des entreprises de transport et de packaging.

Le site est entièrement imperméabilisé et les bâtiments à démolir représentent une surface de 9 294 m<sup>2</sup>. Il est également traversé par le ruisseau des Ayalades.

Foncière Jaguar a missionné setec hydratec pour rédiger une note de synthèse présentant :

- la problématique des eaux souterraines et superficielles tant en phase travaux qu'en phase exploitation au droit du site du projet,
- les études hydrauliques qui seront réalisées dans le cadre du dossier loi sur l'eau,
- l'analyse du projet au regard des rubriques de l'article R.214-1 du code de l'environnement.

Ces éléments permettront à la Foncière Jaguar de compléter son recours gracieux auprès de la DREAL PACA suite à la décision AE-F09320P0220 du 22/10/2020 de l'autorité environnementale.



## 2 PRESENTATION DU PROJET

### 2.1 ENVIRONNEMENT URBAIN ET PHYSIQUE DU PROJET

La zone du projet s'inscrit à la limite Nord du périmètre d'EuroMed 2 dont il assure le lien avec le Parc François Billoux. Il se situe dans un contexte urbain en reconquête qui redessine ses infrastructures de transport multimodal autour du métro (Capitaine Gèze) du tramway et de l'automobile avec la nouvelle définition du Boulevard de Cap Pinède à Capitaine Gèze (en cours), conduite par Michel Desvignes.

Le paysage urbain à proximité du site du projet fait apparaître un territoire en mutation et développement associant aujourd'hui des zones d'activités, entrepôts, hangars, friches ferroviaires.

La limite Sud du site est matérialisée par le Boulevard du Capitaine Gèze, infrastructure routière importante surmontée d'un autopont. A l'angle Sud-Ouest du site, le Boulevard est interrompu par un rond-point duquel prend naissance l'Avenue des Aygaldes qui assure la limite sur les franges Ouest et Nord du terrain (se reporter à la Figure 1 ci-après).

La limite Est du site est quant à elle matérialisée par le réseau de voies ferrées de la Gare du Canet consacrée au fret de marchandises.



Figure 1 : Localisation du site du Projet

Le site est aujourd'hui uniquement accessible depuis le rond-point.

L'Avenue des Aygalades, qui longe le site, présente une pente continue dont le point bas est situé à sa connexion avec le Boulevard du Capitaine Gèze, à la cote 17.50 m NGF.

Le terrain présente une topographie relativement plane, dont la cote moyenne est de 15,30 m NGF. Il est scindé en deux parties par le Canal des Aygalades qui le traverse.

## 2.2 PROJET

Le projet propose de modifier les accès depuis les axes publics et de désengorger le boulevard urbain.

Le Smart Campus Theodora est un campus technologique urbain et un pôle de vie moderne. Celui-ci s'organise dans deux volumes bâtis distincts mais néanmoins reliés par une passerelle au niveau du rez-de-chaussée (se reporter à la Figure 2 ci-après) :

- Le corps de bâtiment principal dressé en limite Ouest du terrain et s'étendant du Nord au Sud le long de l'Avenue des Aygalades sur une longueur de 180 m,
- Le pavillon central, au cœur du parc paysager Le projet se compose de trois programmes majeurs associés et complémentaires, organisés par stratification verticale.

Le Smart Campus Theodora se compose :

- D'une part, un complexe d'activités tertiaires pluriel pouvant abriter bureaux traditionnels, call center, data center, centres de recherches et de développement, accélérateurs de start-up, ...livré par plateaux « coques brutes » et aménagé à posteriori selon les besoins des preneurs. brutes » et aménagé à posteriori selon les besoins des preneurs.
- D'autre part, un ensemble de services ouverts au public, directement liés à l'activité tertiaire. Répartis sur le Rez-de-chaussée.

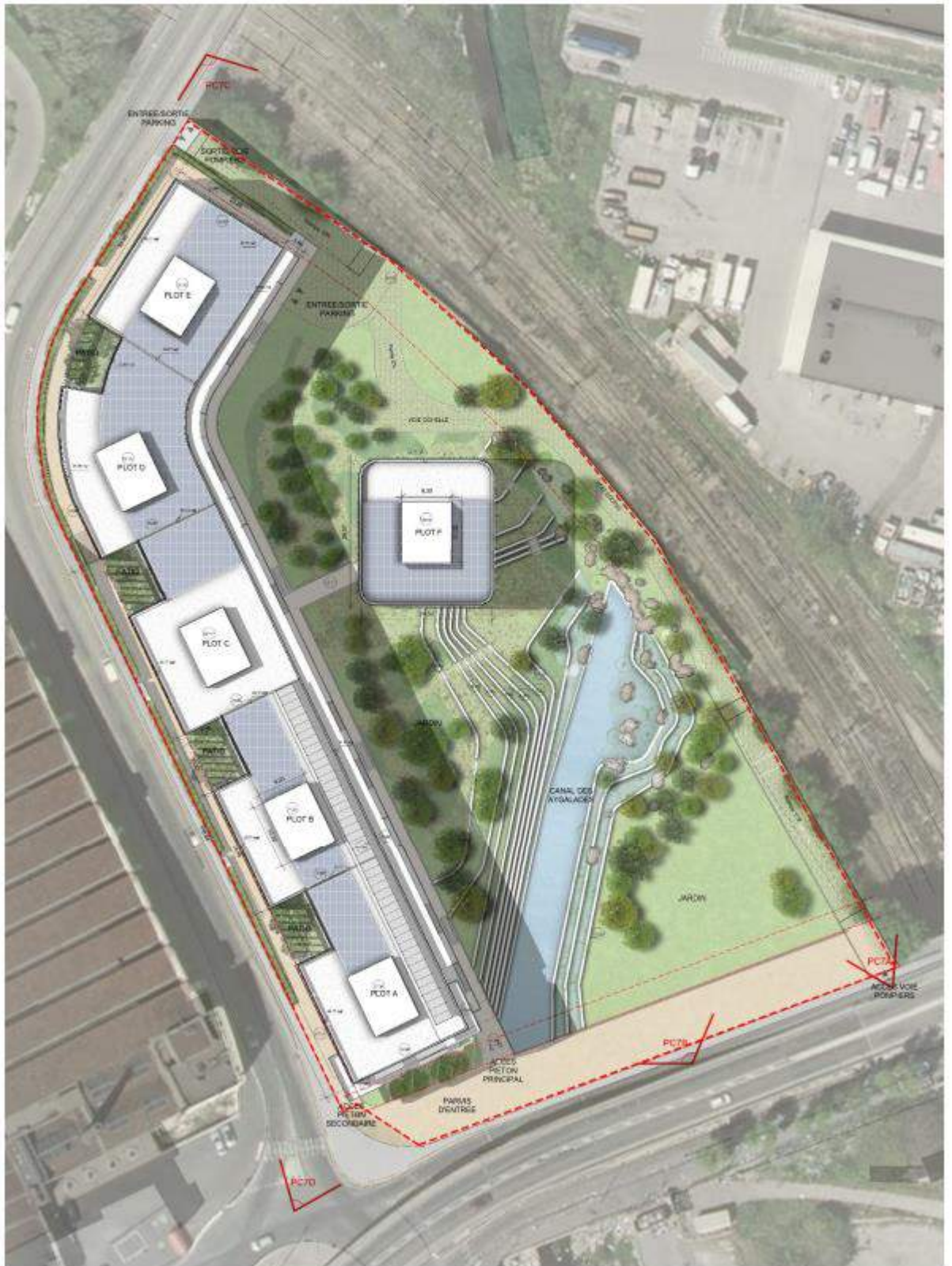


Figure 2 : Extrait du plan masse du projet

## 3 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

### 3.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE

#### 3.1.1 Contexte géologique de Marseille

La ville de Marseille est marquée par la présence de différents ensembles topographiques : un bassin sédimentaire datant de l'Oligocène à quaternaire dans la zone basse délimité par des chaînes de substratum secondaire, formant de hauts reliefs (se reporter à la Figure 3 ci-après) :

- Au Nord : les chaînes de la Nerthe et de l'Etoile,
- Au Nord-Est : le massif d'Allauch,
- Au Sud : les massifs de Carpiagne et de Marseille-Veyre.

Le bassin de Marseille s'est formé durant la période de l'Oligocène. Il résulte du mouvement de la plaque africaine sur la plaque européenne provoquant la formation de grabens. Ces fossés plus ou moins méridiens, sont alors comblés par des sédiments fluvio-lacustres et par quelques incursions marines.

Dans les fossés les plus méridionaux, notamment celui de Marseille, l'érosion de la chaîne « pyrénéo-provençale » atteint le socle hercynien d'où sont issus les galets métamorphiques des poudingues.



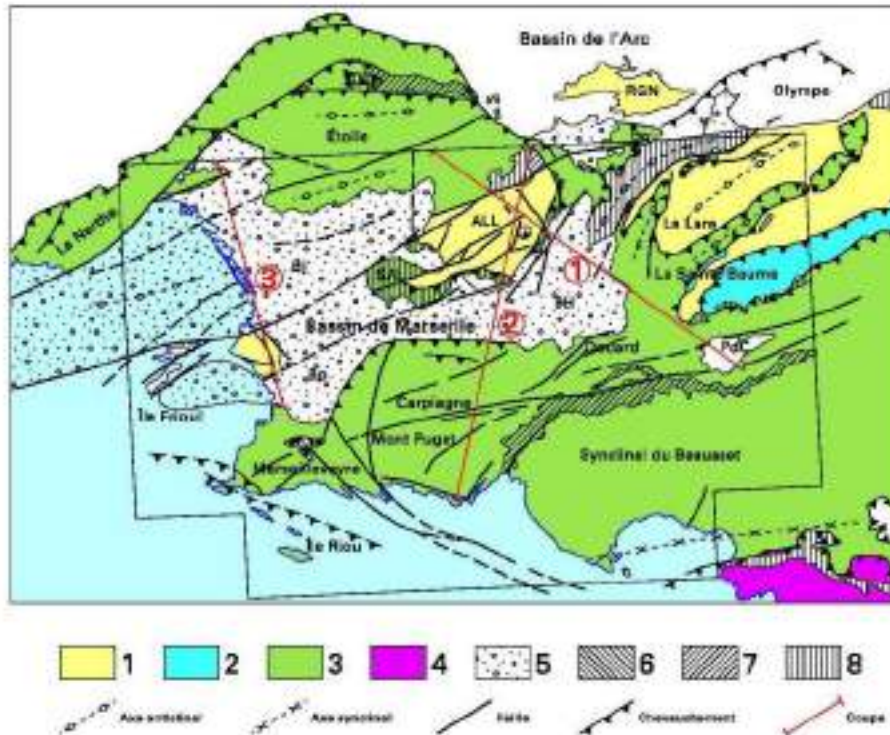


Fig. 5 - Schéma structural de la zone Aubagne-Marseille (d'après G. Guieu, 1968, modifié)

1 : Autochtone durancien et paraautochtone ; 2 : Série renversée et blocs-klippes de la Sainte-Baume ; 3 : Unité allochtone du Beauvet ; 4 : Unité allochtone de Bandol ; 5 : Oligocène ; 6 : Aptien faciès sud ; 7 : Aptien faciès nord ; 8 : Trias ; massifs de Marseilleveyre, Carpiagne, Puget, Douard, Cuges (Jurassique-Crétacé) ; ALL : massif d'Allauch (Jurassique-Crétacé) ; NDG : massif de Notre-Dame de la Garde (Jurassique-Crétacé) ; Bassins : synclinal du Beauvet (Cénomaniens à Santonien) ; bassin de l'Arc (Coriacien à Campanien), bassin de Marseille (Oligocène à Quaternaire) ; B.J. : bassin du Jarret ; B.P. : bassin du Prado ; B.H. : bassin de l'huveaune ; PdC : Polje de Cuges. En rouge les principaux forages : FV : Vaufréges ; FF - Fournier ; FPC : plan de Cuges ; F.A. : plan d'Aups.

Figure 3 : Schéma structural de la zone Aubagne-Marseille (source : BRGM)

### 3.1.2 Contexte géologique local

D'après l'extrait de la carte géologique de la carte de Marseille présenté sur la Figure 4 ci-après, le site est à cheval sur deux formations géologiques :

- les poudingues qui sont des formations détritiques (g2 et g3M) composées principalement de grès, conglomérats, marnes et argiles,
- les dépôts alluvionnaires (Fz) du quaternaire (graviers fluviaux) au niveau du cours d'eau des Ayalades.

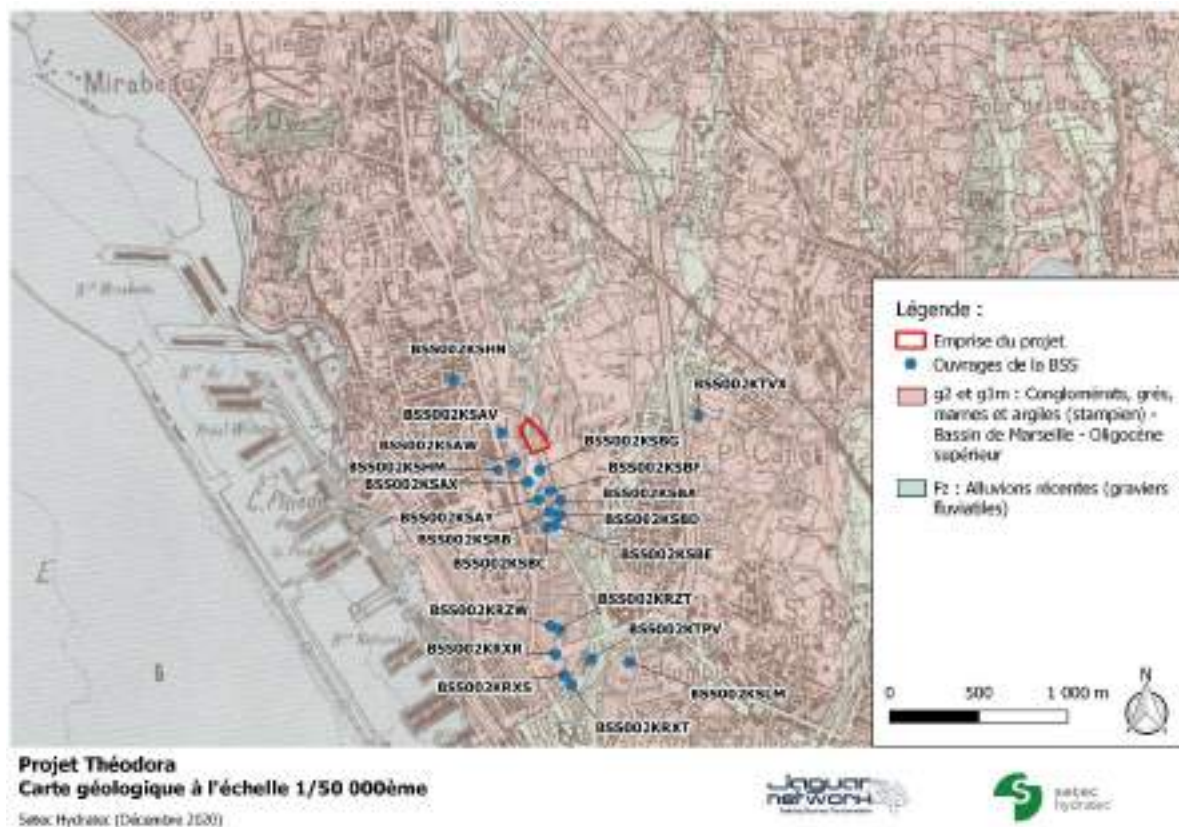


Figure 4 : Extrait de la carte géologique à l'échelle 1/50000<sup>ème</sup> et localisation des ouvrages de la BSS

D'après les coupes géologiques issues des ouvrages de la banque de données du sous-sol localisés sur la Figure 4 ci-avant, et celles réalisées lors de l'implantation des piézomètres (données issues du rapport de ERG Environnement 2015 et 2016) (ouvrages localisés en Figure 8), la zone du projet présente un contexte géologique relativement hétérogène.

La coupe lithologique moyenne (de la formation la moins profonde à la plus profonde par rapport au terrain naturel) est transmise ci-dessous :

- SOL 1 = des remblais essentiellement composés de cailloutis, sables et graviers, d'épaisseur variables allant de 0 à 6.5 m de profondeur datant de l'Holocène. On note également l'absence de couche de remblais sur plus de la moitié des sondages.
- SOL 2 = une alternance de différentes couches d'alluvions du quaternaire, composées : d'argile limoneuse, d'argile sableuse ou encore de sable sur une épaisseur allant de 10 à 12 m. Les couches sableuses vont favoriser les formations de nappes. Les couches d'argiles sableuses quant à elles, sont peu perméables avec une capacité de stockage très limitée.
- SOL 3 = des formations conglomératiques avec une alternance de marne, argile, grès et poudingues datant de l'Oligocènes supérieurs. Les marnes et les argiles peu perméables et servent de mur à la nappe. Ces différences de natures, s'accompagnent d'une différence de caractéristiques mécaniques et de rippabilité (**à tenir compte lors des terrassements/soutènements**).

# BSS002KSAV

10434D0938/B301

Log valide

Profondeur  
De 0.0 à 25.8 m Rafraîchir

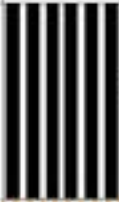


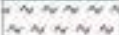







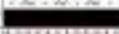
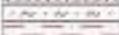


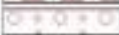
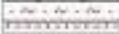
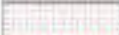





Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
	Remblais		Remblais : mame mamon remaniée enrobant des éléments de galets et graviers	Holocène	
5.90	Alluvions Quaternaires		Argile sable limoneuse beige plastique avec quelques petits galets et graviers dispersés	Quaternaire	15.44
8.10			Argile coquillière limoneuse et plastique		12.34
9.00			Mame argileuse grise très compacte		11.14
10.20	Formation conglomératique du Rouet		Mame très sableuse beige clair, compacte	Oligocène supérieur	9.94
11.40			Gris fin		9.74
11.60			Mame localement finement sableuse, gis beige compacte		7.24
14.10			Mame grise sombre, bosselée, mamon, compacte		6.14
15.20			Echantillon intact, pas de description		5.54
15.80	Formation conglomératique du Rouet		Mame finement sableuse, bariolée grise et mamon, dure et très compacte avec rognons gras	Oligocène supérieur	3.84
17.50			Echantillon intact, pas de description		3.34
18.00			Sable mameuz		3.04
18.30	Formation conglomératique du Rouet		Mame très sableuse beige	Oligocène supérieur	2.54
18.80			Sable fin très mameuz beige mamon		1.34
20.00			Micropoudingue		1.14
20.20			Sable fin très mameuz beige mamon		0.04
21.30			Mame sableuse		-0.16
21.50			Galets, graviers, sable grossier		-0.96
22.30			Mame sableuse grise		-1.56
22.90			Sable mameuz		-1.96
23.30			Gris fin grossier gris	-3.06	
24.40			Sable	-3.56	
24.90			Gris fin grossier gris	-3.56	

Figure 5 : Extrait de la coupe géologique du forage BSS002KSAV (source : infoterre BRGM)



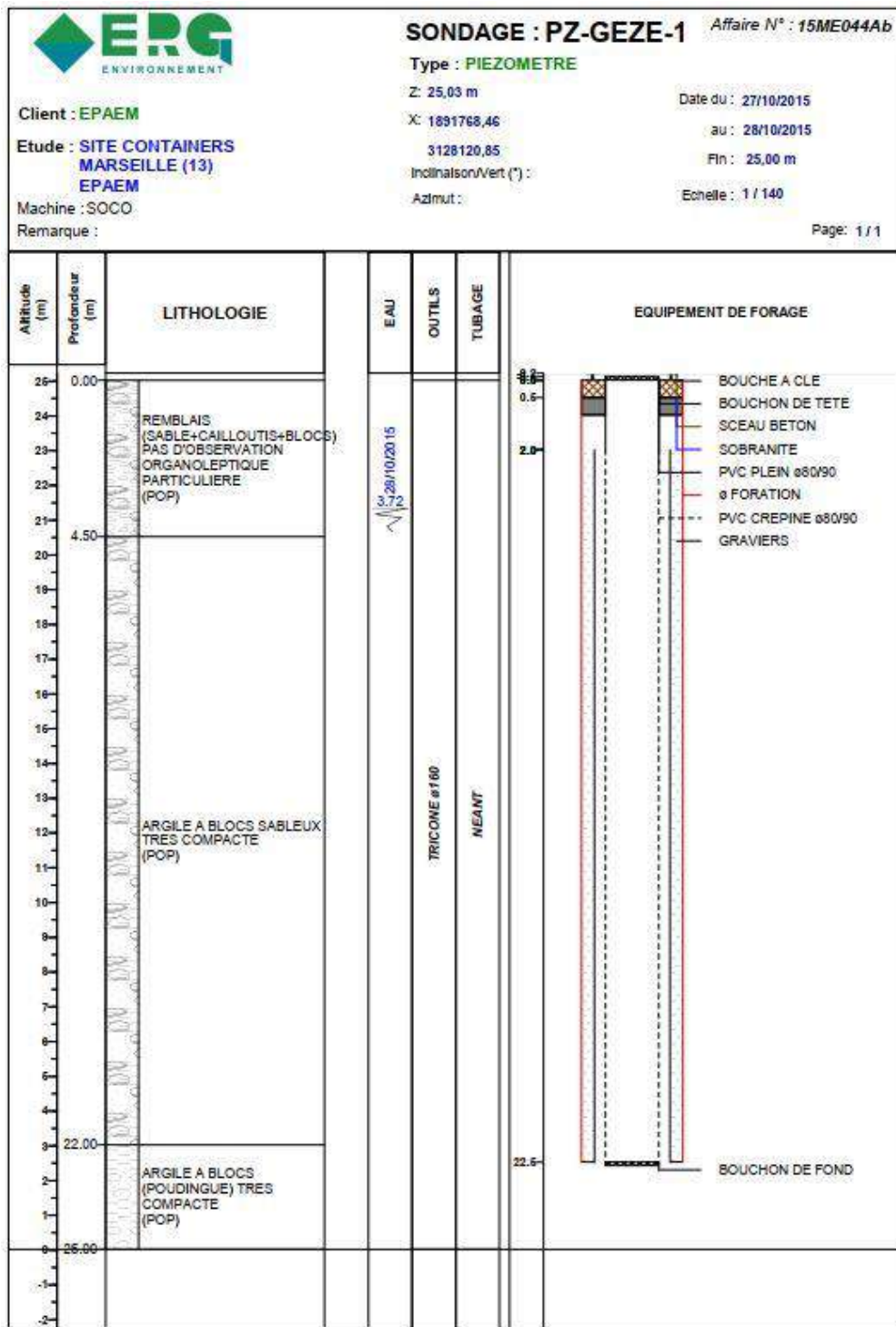


Figure 6 : Extrait de la coupe géologique du piézomètre PZ-GEZE-1 (source : ERG Environnement)

A ce stade de la mission, aucun profil en long géologique n'a été réalisé (réalisation en mission G2).

## 4 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

### 4.1 MASSE D'EAU SOUTERRAINE

Le projet est situé sur les « formations détritiques à dominante Oligocène du bassin de Marseille », code BD Lisa 563AB00. Il s'agit d'une entité poreuse à surface libre et captive, semi-perméable, composée de sédiments.

Cette entité semi-perméable abrite une nappe très hétérogène, présentant de fortes disparités liées à la géologie.

Les nappes sont discontinues et localisées essentiellement dans des couches lenticulaires intercalées au sein des formations marneuses.

La ressource en eau présente un faible intérêt en termes de prélèvements du fait de ses paramètres hydrodynamiques médiocres (perméabilité faible).

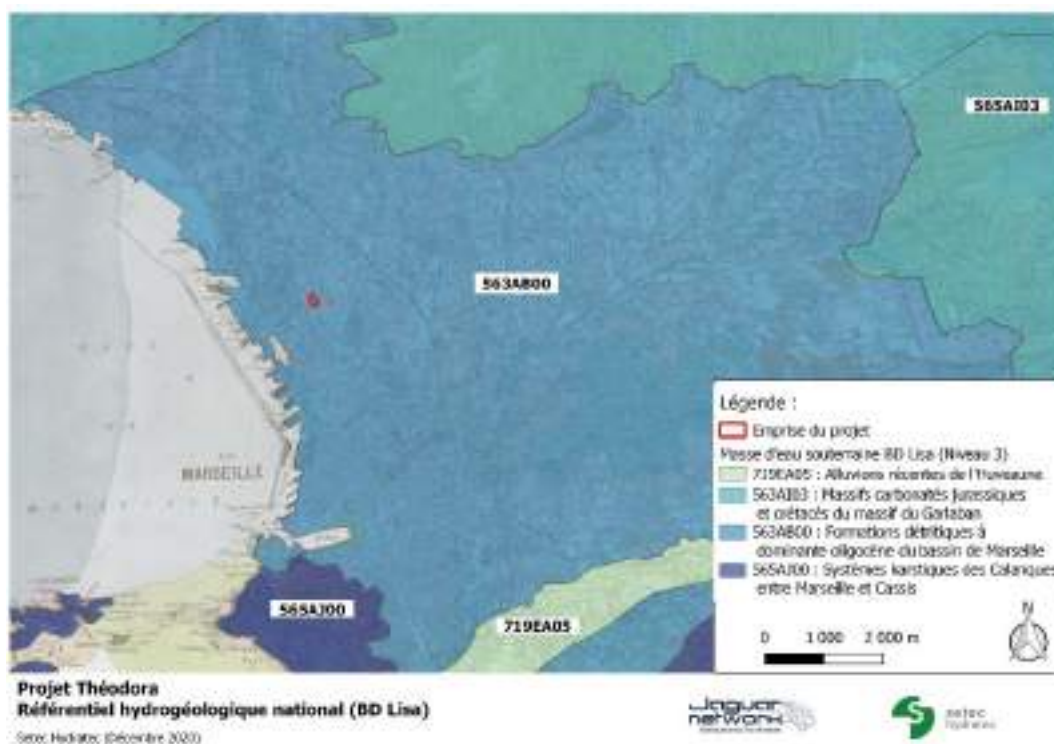


Figure 7 : Référentiel hydrogéologique national BD LISA (source : SANDRE)

### 4.2 PIEZOMETRIE

Un suivi piézométrique à proximité du projet, a été effectué par la société ERG Environnement.

Elle a été missionnée pour effectuer un suivi quantitatif et qualitatif des eaux souterraines sur l'ensemble du périmètre de l'extension Euroméditerranée de la ville de Marseille sur la période 2014-2018 et 2017-2021 (localisation des piézomètres sur la Figure 8 ci-après).

Ces différentes campagnes de prélèvements et mesures ont été réalisées sur 28 à 30 piézomètres existants (suivant leurs états).

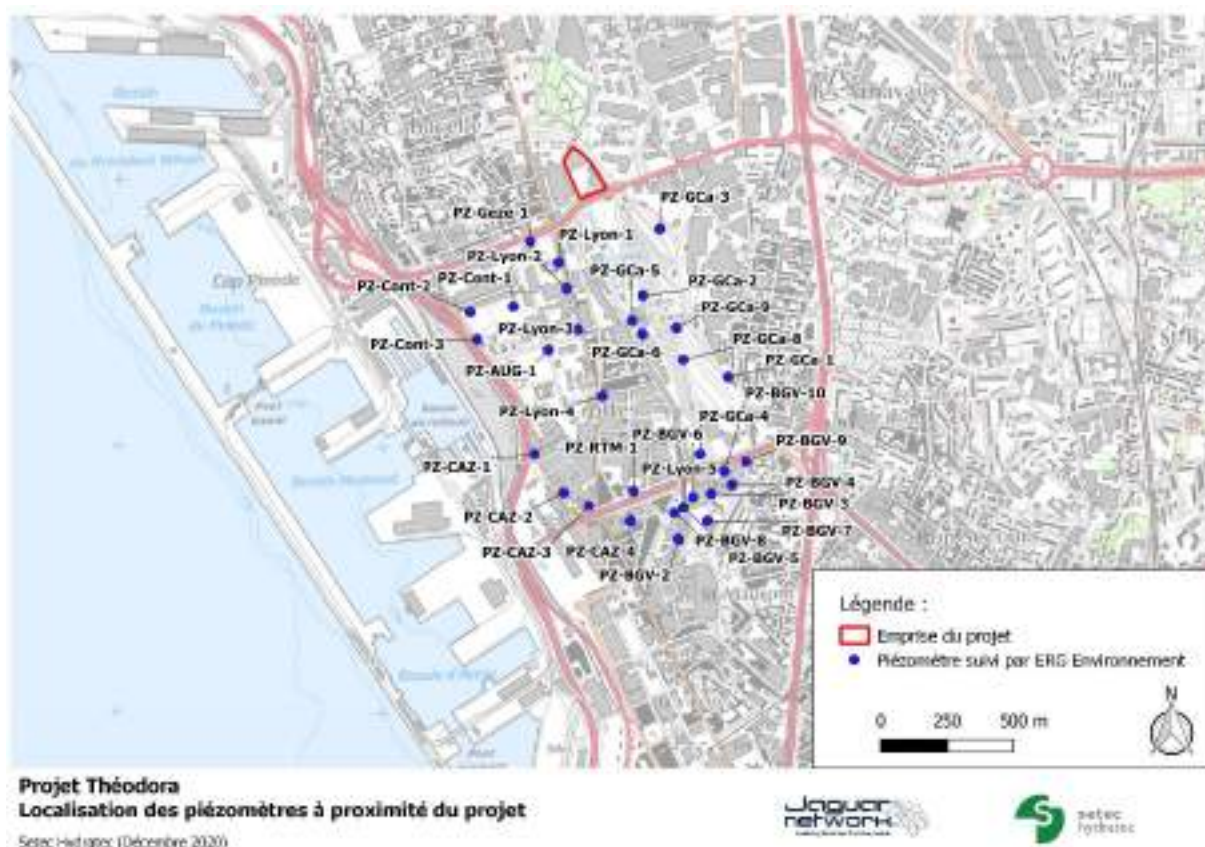


Figure 8 : Localisation des piézomètres suivis à proximité du projet (source : ERG Environnement)

L'analyse repose sur les données ci-après :

- les dernières cartes piézométriques datant de novembre 2017 (hautes eaux) et de mai 2018 (moyennes eaux) réalisés en aval du projet,
- la carte piézométrique asynchrone réalisés avec les données issues de la BSS.

Les observations issues de ces cartes sont les suivantes :

- Les niveaux d'eaux mesurés sont très variables d'un piézomètre à l'autre, ce qui confirme le caractère hétérogène du terrain,
- Les cartes piézométriques en moyennes et hautes eaux ne présentent pas de différences fondamentales en termes de direction d'écoulement et de gradient hydraulique sur la zone,
- Les cotes sont en lien avec la topographie locale (pente de 1%) où l'on retrouve une profondeur de nappe d'environ 3.8 m/TN sur la zone avec un gradient hydraulique de 1.38 % en moyenne eaux,
- Le sens d'écoulement global des eaux s'effectue vers le Sud et suit en grande partie la topographie. De plus, la géologie du secteur induit une circulation des eaux erratique suivant la perméabilité de chaque couche.
- En amont de la zone, les isopièzes sont légèrement incurvées montrant une alimentation de la rivière vers la nappe. En aval, les isopièzes montrent à l'inverse

que le cours d'eau des Aygalades draine la nappe aussi bien en période de moyenne que hautes eaux.

Enfin, notons que le dénoyage de certains piézomètres avec des réalimentation plus ou moins rapides, peut indiquer la présence de plusieurs petites nappes plus ou moins connectées suivant les épisodes pluviométriques.

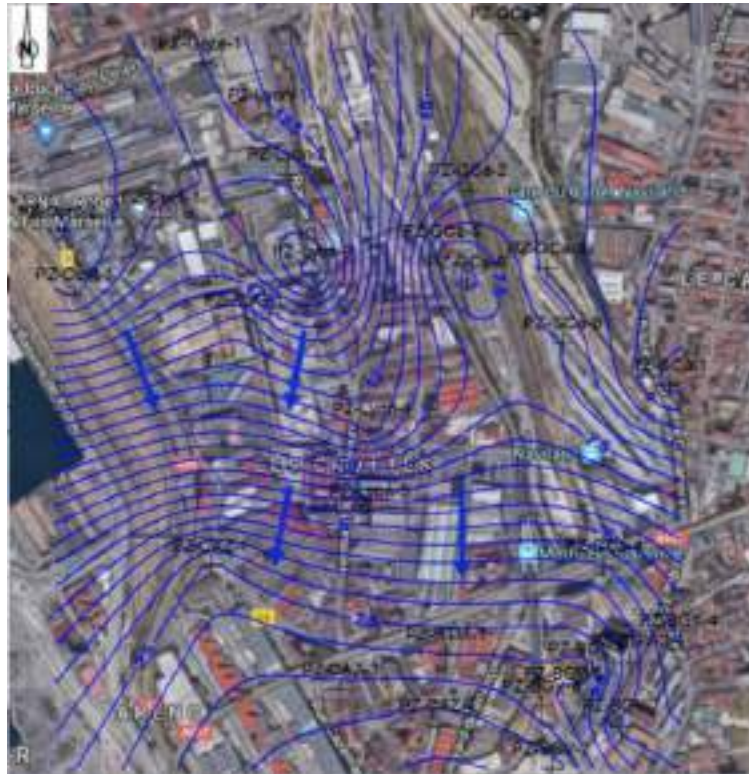


Figure 9: Carte piézométrique, campagne novembre 2017 (source : ERG Environnement)





Figure 10: Carte piézométrique, campagne mai 2018 (source : ERG Environnement)

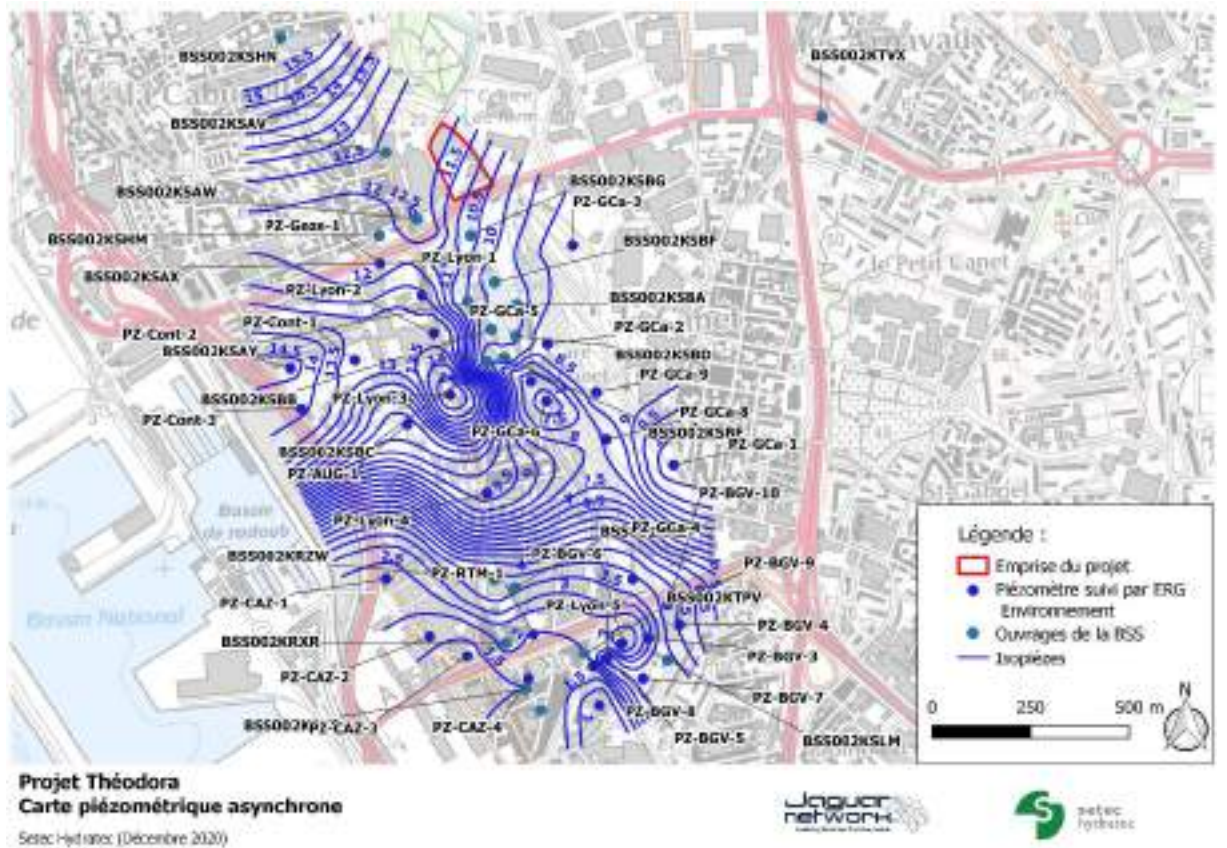


Figure 11: carte piézométrique asynchrone (source : BRGM, ERG Environnement)

Le suivi piézométrique effectué par ERG Environnement est présenté sur la Figure 12 ci-après, il indique :

- Une variation très faible de la nappe à proximité du projet (< 0.5 m) sur 20 piézomètres,
- Des niveaux de hautes et basses d'eaux peu différenciés notamment dans la zone du projet et alentours,
- Une réhausse des niveaux d'eau globale sur l'année 2018 (sauf pour PZ-GCa-1) qui s'explique par la pluviométrie exceptionnelle de cette année-là.

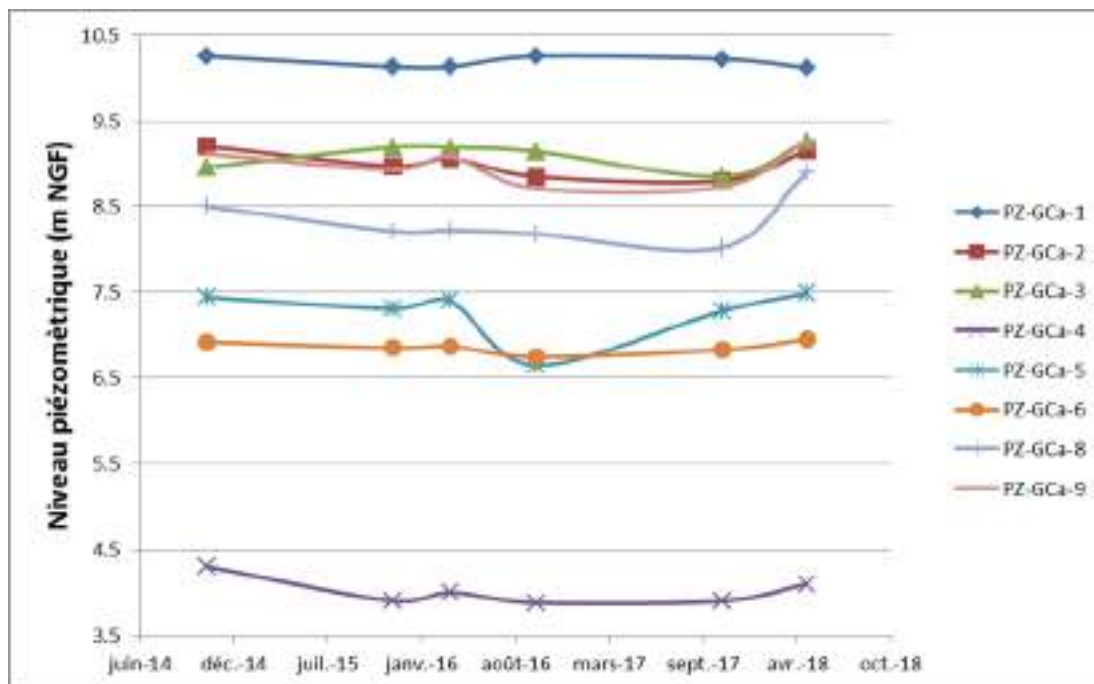


Figure 12: niveaux de nappe mesurés au droit des piézomètres (source : ERG Environnement)

### 4.3 PERMEABILITES

D'après les investigations géotechniques réalisées par le bureau d'études SOL ESSAIS dans le cadre de la mission G1 PGC (Principes Généraux de Construction), rapport joint en annexe 1, les valeurs de perméabilités ont été estimés suivant la nature des terrains :

- De 0 à 20 cm : enrobés  $K < 10^{-6}$  m/s,
- De 20 cm à 3 m : remblais limono-graveleux, sableux et limoneux  $k > 10^{-5}$  m/s,
- De 3 m à 4 m : limons argileux  $K > 10^{-6}$  m/s,
- De 4 m à 10 m : limons sableux et graveleux  $K > 10^{-6}$  m/s.

Nota : la mission G1 PGC ne comprend pas de test Porcher ni de test Lefranc. Ils seront effectués lors de la mission G2 APD/AVP.

## 5 CALCUL DU DEBIT D'EPUISEMENT DU BATIMENT SS2

### 5.1 GENERALITES

Les bâtiments projetés présentent des niveaux souterrains (R-2 à R-3) localisés dans la nappe de l'Oligocène du bassin de Marseille, il a donc été décidé par la Maitrise d'Œuvre (MOE) de concevoir ces niveaux à partir soit d'un dispositif de parois moulées, soit d'un rideau de palplanches pour limiter les venues d'eau.

Nous ne possédons pas à ce stade du projet, le profil en long géologique au droit du site d'étude. Toutefois deux cas distincts ont été étudiés :

- Un cas favorable, il est possible que les parois moulées s'ancrent dans les formations imperméables du Stampien,
- Un cas défavorable où les parois moulées ou les batardeaux ne descendront pas jusque dans les formations du Stampien.

#### 5.1.1 En phase travaux

Dans le cas favorable, le volume pomper réside uniquement à l'intérieur des pores des formations géologiques aquifères contenues dans la « boîte ». Une formule analytique de vidange sera alors utilisée.

Dans le cas défavorable, des venues d'eau arriveront également par le fond/plancher. Nous avons donc couplé le débit d'épuisement obtenu à partir de la formule de vidange à la formule de calcul du débit d'exhaure en fond de fouille de Davidenkoff.

#### 5.1.2 En phase exploitation

En phase exploitation, la fuite au droit des parois moulées ou du rideau de palplanches est très faible car celles-ci ne sont pas étanche à 100%, le débit est calculé dans le paragraphe 5.2.3 ci-après).

## 5.2 CALCULS DES DEBITS D'EXHAURES DES FONDS DE FOUILLE EN PHASE TRAVAUX

Sur la base des informations récoltées à ce stade de la mission les deux cas sont présentés ci-après pour la phase travaux.



## 5.2.1 Cas favorable du calcul du débit d'exhaure en fond de fouille (formule analytique de vidange)

### a) Formule

Après réalisation des parois moulées ou des injections de béton, l'ouvrage étanchéifié peut correspondre à une « boîte » où l'eau des nappes traversées se retrouve piégée.

Un simple calcul permet de définir ce volume :

$$V = S \cdot e \cdot P$$

Avec :

- V le volume d'épuisement [m<sup>3</sup>],
- S la surface de l'ouvrage [m<sup>2</sup>],
- e l'épaisseur de la tranche saturée de la nappe concernée [m],
- P la porosité de la formation aquifère.

### b) Résultats

Les valeurs prises pour réalisés ce calcul sont les suivantes :

<b>Surface [m<sup>2</sup>]</b>	5760
<b>Epaisseur de la tranche saturée [m]</b>	9.5
<b>Porosité de la formation [-]</b>	0.15

Tableau 1 : Valeurs utilisées pour le calcul du volume d'épuisement

Dans le cas favorable où les parois moulées s'ancreraient dans le Stampien, le volume d'épuisements seraient de 2 592 m<sup>3</sup>, **soit 2 600 m<sup>3</sup> (valeur arrondie)** pour l'ensemble des fondations, en phase travaux.

## 5.2.2 Cas défavorable du calcul du débit d'exhaure en fond de fouille

### a) Effets hydrodynamiques de l'eau

Lorsque le niveau de la nappe phréatique se situe au-dessus du niveau du fond de fouille, la méthodologie la plus souvent employée est la réalisation d'une enceinte étanche à l'aide d'un écran de soutènement continu (rideaux de palplanche ou paroi moulées) associé à un pompage permettant de rabattre la nappe à l'intérieur de l'enceinte étanche.

Cette méthodologie à l'origine d'une différence de hauteur de charge de la nappe phréatique de part et d'autre du rideau crée des écoulements de contournement du soutènement.

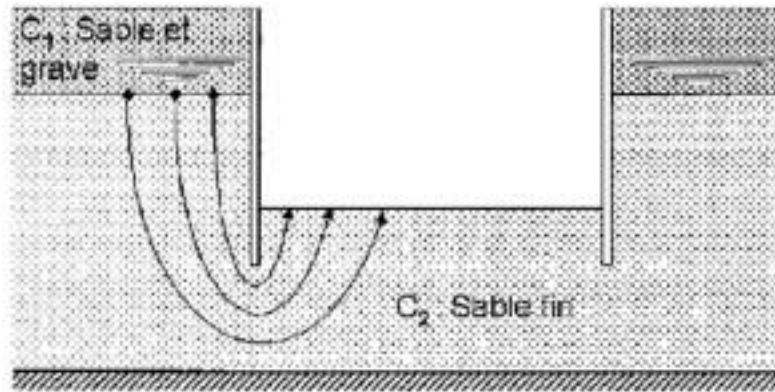


Figure 13 : Ecoulement de contournement d'un soutènement, norme NF P 94 282

Ces écoulements de part et d'autre du rideau créé sont à l'origine :

- Du côté terre, d'une force hydrodynamique verticale descendante qui tend à augmenter la contrainte effective du sol, donc la poussée,
- Du côté fouille, d'une force hydrodynamique verticale ascendante qui tend à diminuer la contrainte effective du sol donc la butée. Cette dernière peut même s'annuler si le gradient hydraulique est trop important (phénomène de boulangerie ou de renard liquide).

En augmentant la poussée et en diminuant la butée, les phénomènes hydrodynamiques de l'eau sont donc doublement pénalisants pour la stabilité d'un écran de soutènement.

### b) Estimation du débit de pompage

En utilisant la méthode de Davidenkoff, on peut obtenir, dans le cas d'un seul écran, une estimation du débit  $Q$  en fond de fouille (se reporter la Figure 14 ci-après).

$$Q = M \frac{k\Delta H}{\varphi_1 + \varphi_2}$$

Figure 14 : Formule de Davidenkoff

avec :

- $k$  : coefficient de perméabilité de la couche C2,
- $\Delta H$  : perte de charge,
- $\Phi$  : fonction de la charge donnée par l'abaque de Davidenkoff,
- $M$  : facteur de fonction de l'enceinte étanche,



Figure 15 : Définition des paramètres des abaques de Davidenkoff (NF P 94-282 : Justification des ouvrages géotechniques, 2009)

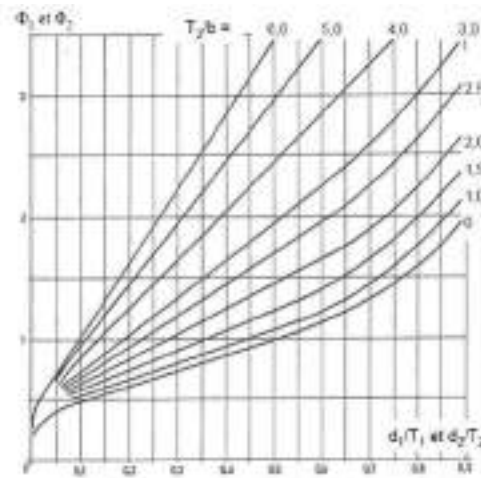


Figure 17 : Fonctions de charges φ<sub>1</sub> et φ<sub>2</sub> en fonction de la géométrie de l'enceinte (NF P 94-282 : Justification des ouvrages géotechniques, 2009)

Note 1 : La valeur de φ<sub>1</sub> est donnée par la courbe T<sub>2</sub>/b = 0 en fonction de d<sub>1</sub>/T<sub>1</sub>. La valeur φ<sub>2</sub> est donnée par les autres courbes T<sub>2</sub>/b en fonction de d<sub>2</sub>/T<sub>2</sub>. Le choix de paramètres dimensionnel défini dans le tableau 2.

Note 2 : Débit par mètres linéaire de rideau. Il faut multiplier cette valeur par deux pour avoir le débit par mètres linéaire d'un lotissement.

Figure 16 : Fonctions des charges φ<sub>1</sub> et φ<sub>2</sub> en fonction de la géométrie de l'enceinte (NF P 94-282 : Justification des ouvrages géotechniques, 2009)

Le débit en fond de fouille s'obtient avec les formules ci-après.

- pour une enceinte rectangulaire :

$$Q = \frac{2kL\Delta H}{\varphi_1 + \varphi_2} \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 - 0.3 \frac{B}{L}\right)$$

- Pour une enceinte circulaire :

$$Q = 0.8 \cdot \frac{k \cdot H}{\varphi_1 + \varphi_2} 2\pi b$$

Figure 17 : Formules de calcul de débit de fond de fouille

Les valeurs prises pour réaliser le calcul sont synthétisées dans le Tableau 2 ci-après.

<b>Surface [m<sup>2</sup>]</b>	5760
<b>Longueur [m]</b>	180
<b>Largeur [m]</b>	32
<b>Z fond de fouille [m NGF]</b>	9
<b>Z ancrage fiche [m NGF]</b>	2.5
<b>Znappe _EC [m NGF]</b>	12
<b>Kh [m/s] (perméa essai Lefranc)</b>	1.00E <sup>-06</sup>
<b>Toit du Stampien [m NGF]</b>	-3.5

Tableau 2 : Valeurs utilisées pour le calcul du débit de fond de fouille (cas défavorable)

La cote de la nappe a été choisi en période de haute eaux (novembre 2017) afin de maximiser le débit d'exhaure.

Pour ce calcul, nous avons pris comme hypothèse que le toit du Stampien se situait à -3.5 m NGF soit à 20 m de profondeur par rapport au TN.

Pour la première phase du projet, le débit de pompage d'exhaure est estimé à environ **1.97 m<sup>3</sup>/h**.

Cependant, nous appliquons un facteur 2 sécuritaire à ce résultat pour les raisons suivantes :

- La formule analytique considère des palplanches non fuyardes alors que ce n'est pas le cas dans la réalité,
- La formation géologique concernée est hétérogène avec des caractéristiques hydrodynamiques variables.

Le débit sécuritaire calculé de manière analytique est donc de **4 m<sup>3</sup>/h**. Cela correspond au débit prélevé dans la zone « profonde » avec approfondissement des palplanches.

## 5.2.3 Phase exploitation

### a) Méthode

Le corpus normatif, tant national qu'international est relativement pauvre sur les débits de fuite prévisibles et admissibles dans les enceintes en parois moulées.

Les documents de référence convergent sur la notion « d'étanchéité relative » et sur la difficulté à prévoir les débits de fuite réellement constatés.

Ainsi, l'EUROCODE 2-3 pour les règles de dimensionnement des « silos & réservoirs » donnent des objectifs qualitatifs en 4 classes (0 à 3) d'exigences croissantes.

Le fascicule 67 titre III du CCTG, qui s'intéresse essentiellement aux systèmes d'étanchéité rapportée (membrane, produit d'injections de fissures), fait référence aux

classes d'humidité définies par le GT9 de l'AFTES et à celles définies dans la norme NF EN 1504-5, qui traite des produits d'injection du béton.

Seuls deux des documents analysés indiquent des seuils d'admissibilité des débits de fuite, le DTU 14-1 et le document guide autrichien de l'ÖVBB, dont les seuils ont été repris par le CTC belge.

Les seuils sont donnés sur la Figure 18 ci-après.

— 7 —

NF P 11-221-1

**Cuvelage à structure relativement étanche :** Ce cuvelage ne comporte pas de revêtement de cuvelage et il est, de ce fait, admis un léger passage d'eau éventuellement récupérée, défini par les chiffres suivants :

- a) pour la structure résistante dans son ensemble :
  - moyenne annuelle : 0,5 l/m<sup>2</sup>/jour ;
  - moyenne hebdomadaire : 1,0 l/m<sup>2</sup>/jour ;
- b) pour toute portion de structure résistante de 10 m<sup>2</sup> constituant un rectangle dont le rapport des côtés est compris entre 0,4 et 2,5 :
  - moyenne hebdomadaire : 2 l/m<sup>2</sup>/jour.

Figure 18 : Extrait du DTU 14-1

Commentaires : Les seuils du DTU sont indépendants de la charge hydraulique extérieure, ce qui est irréaliste. Toutefois, par mesure de sécurité, **nous prendrons la valeur de 0,5 l/m<sup>2</sup>/jour.**

## b) Résultats

La paroi amortissante étant située dans les deux hypothèses au niveau de la nappe, le débit de fuite doit être pris en compte.

En utilisant la formule de Darcy, on peut obtenir une estimation du débit Q de fuite par les parois moulées :

$$Q = K \cdot A \cdot \frac{h}{l}$$

Avec :

- Q : débit [m<sup>3</sup>/s]
- K : Conductivité hydraulique (perméabilité) [m/s]
- A : section perpendiculaire à l'écoulement [m<sup>2</sup>]
- h/l = i : gradient hydraulique [-]

Le débit de fuite calculé de manière analytique est donc de **0.44 m<sup>3</sup>/j. Soit 0.5 m<sup>3</sup>/j (valeur arrondie).**

## 6 ANALYSE DE LA SITUATION HYDRAULIQUE ACTUELLE

### 6.1 TOPOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE

La topographie sur l'emprise du projet et plus largement sur l'emprise inondable des Aygaldes est renseignée grâce à un levé LIDAR de 2016, mis à disposition par la DDTM13.

La Figure 19 ci-après présente la topographie à proximité de la zone d'étude.

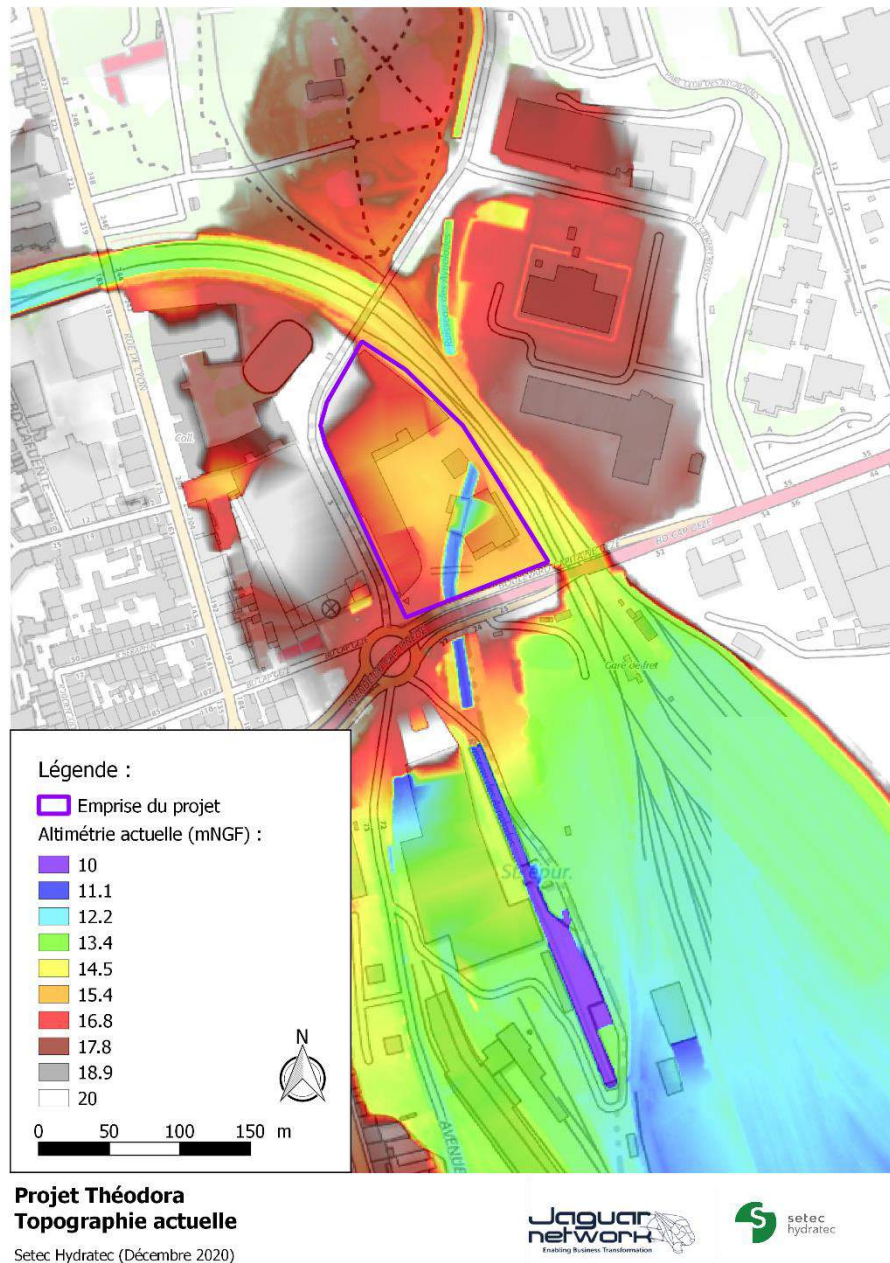


Figure 19 : Topographie aux alentours de la zone d'étude



Sur le site du projet Théodora, l'altimétrie varie entre 15,1 et 16,5 m NGF hors du cadre des Ayalades. Le fond de ce dernier est à environ 11,5m NGF, soit 3,6 m sous le niveau des terrains qu'il traverse.

Le périmètre d'étude se situe environ 2 m plus haut que le Nord du faisceau ferré du Canet.

## 6.2 HYDROLOGIE

L'hydrologie de référence sur le bassin versant des Ayalades est celle du PPRI.

La crue de référence retenue pour l'élaboration des cartes d'aléa du futur PPRI est définie dans l'étude d'aléa inondation des Ayalades comme le maximum de l'inondation de 6 scénarios de pluie et 2 configurations différentes du tunnel ferroviaire d'Arenc situé en amont de la zone du projet (ouvert et partiellement obstrué) :

Période de retour	Scénario de pluie (durée intense / durée totale min)	Scénario d'embâcle du tunnel ferroviaire d'Arenc
100 ans	30/90 min	Oui
	45/135 min	Oui
	90/270 min	Oui
	30/90 min	Non
	45/135 min	Non
	90/270 min	Non

Tableau 3 : Scénario de pluie et d'embâcle pour la crue de référence du PPRI

La Figure 20 ci-après donne les hyétogrammes (évolution de la pluie en fonction du temps) des trois scénarios de pluie cités précédemment.



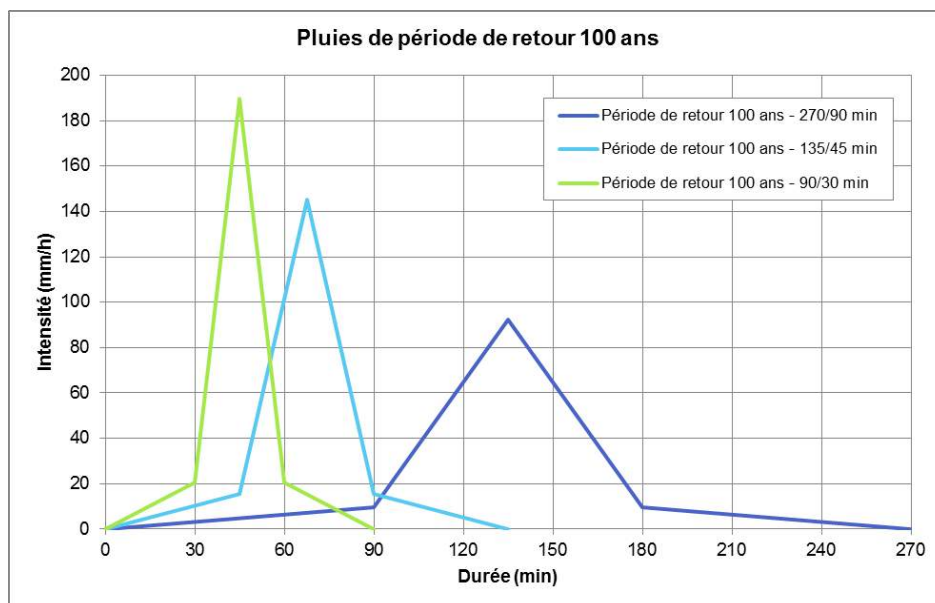


Figure 20 : Hyéogrammes des pluies de projet – Etude aléa inondation DDTM13

La période de retour de la crue de référence est de 100 ans.

Pour l'ensemble de ces scénarios la cote limite aval du modèle, correspond au niveau marin dans les darses du GPMM qui est fixé à 1.50 m NGF.

Ces scénarios ont donc la même condition limite aval pour calculer la zone inondable de la crue de référence en situation actuelle.

L'hydrogramme de la crue exceptionnelle correspond à celui de la crue de référence multiplié par deux.

## 6.3 PLAN DE PREVENTION DES RISQUES INONDATION DES AYGALES

Le Plan de Prévention des Risques Inondation des Aygalades sur la commune de Marseille a été approuvé le 21 juin 2019 par le Préfet des Bouches-du-Rhône.

Le zonage du PPRI et son règlement associé définissent par type de zones les règles de constructibilité afin de ne pas accroître la vulnérabilité de bâti au droit des aménagements envisagés ainsi qu'à l'aval de ces derniers.

Le projet, campus numérique Théodora est concerné par le PPRI des Aygalades.

Dans le PPRI, trois classes d'aléa sont définies à partir d'un croisement des hauteurs et des vitesses d'écoulement (se reporter à la Figure 21 ci-après).

**Aléa fort** : vitesse supérieure à 1 m/s et/ou hauteur d'eau > 1 m ou vitesse et hauteur supérieures à 0.5 m ou m/s

**Aléa moyen** : vitesse comprise entre 0.5 m/s et 1 m/s et hauteur d'eau inférieure à 0.5 m ou hauteur comprise entre 0.5 m et 1 m et vitesse inférieure à 0.5 m/s

**Aléa faible** : vitesse inférieure à 0.5 m/s et hauteur d'eau inférieure à 0.5 m.

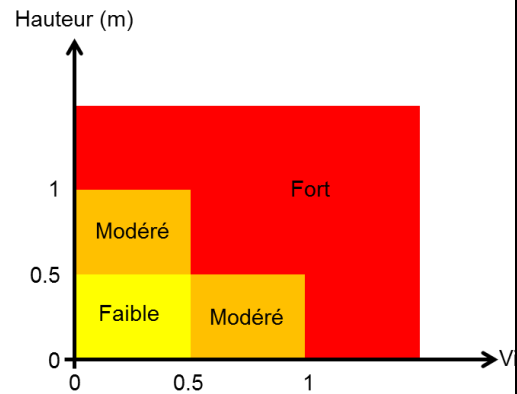


Figure 21 : Classes d'aléa du PPRI des Aygaldes

Les cartes d'aléas du PPRI indiquent que le projet est situé en zone d'aléas fort et faible.

**Du fait de l'aléa fort, un diagnostic de vulnérabilité est à réaliser au titre du code de l'environnement et du code de l'urbanisme.**

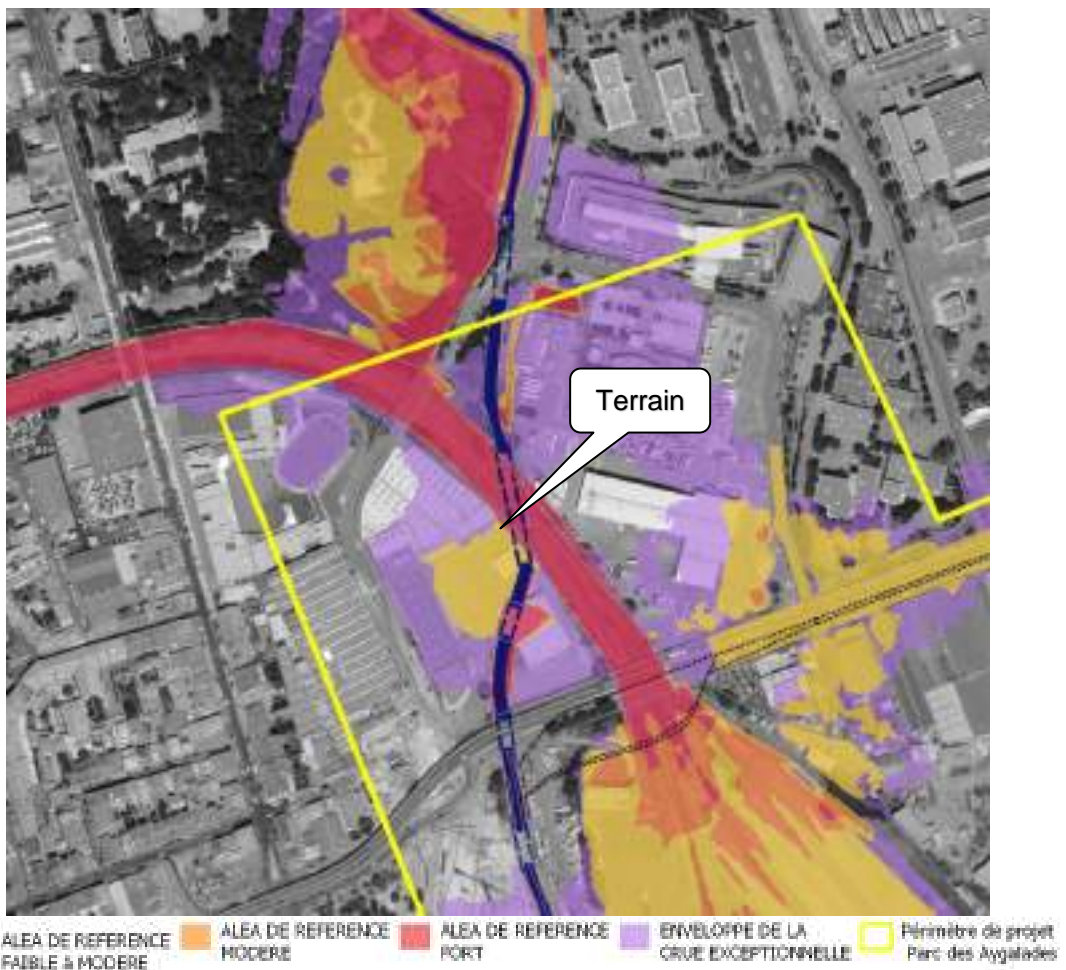


Figure 22 : Carte des aléas du PPRI des Aygaldes au droit du projet

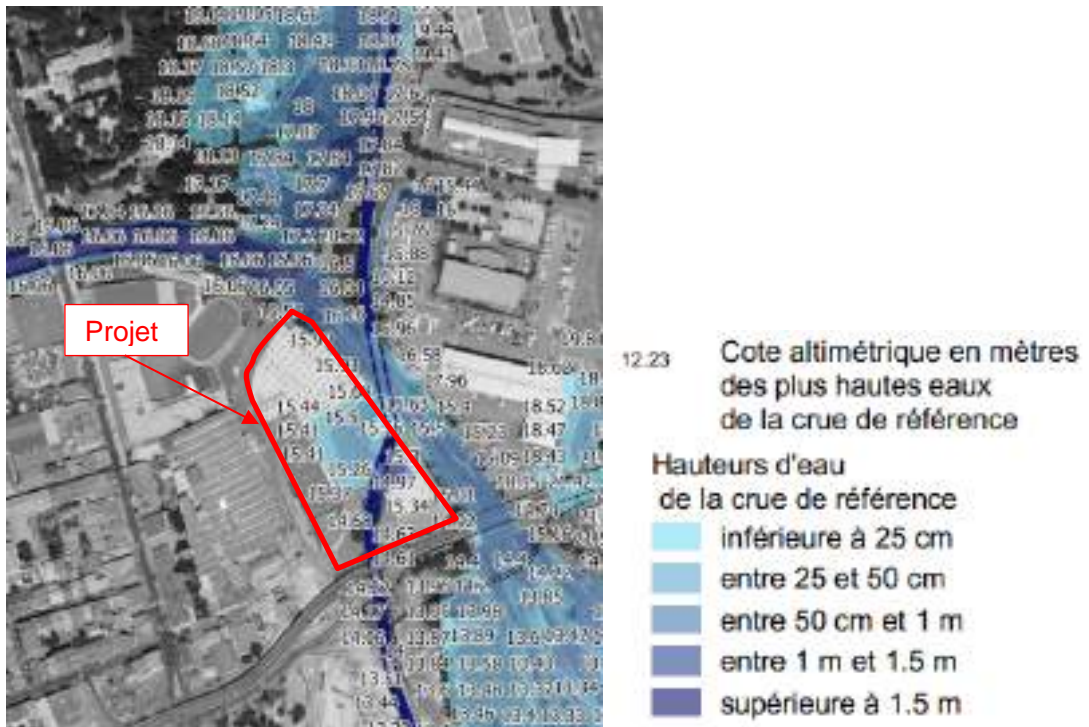


Figure 23 : Carte des PHE du PPRI des Ayyalades au droit du projet

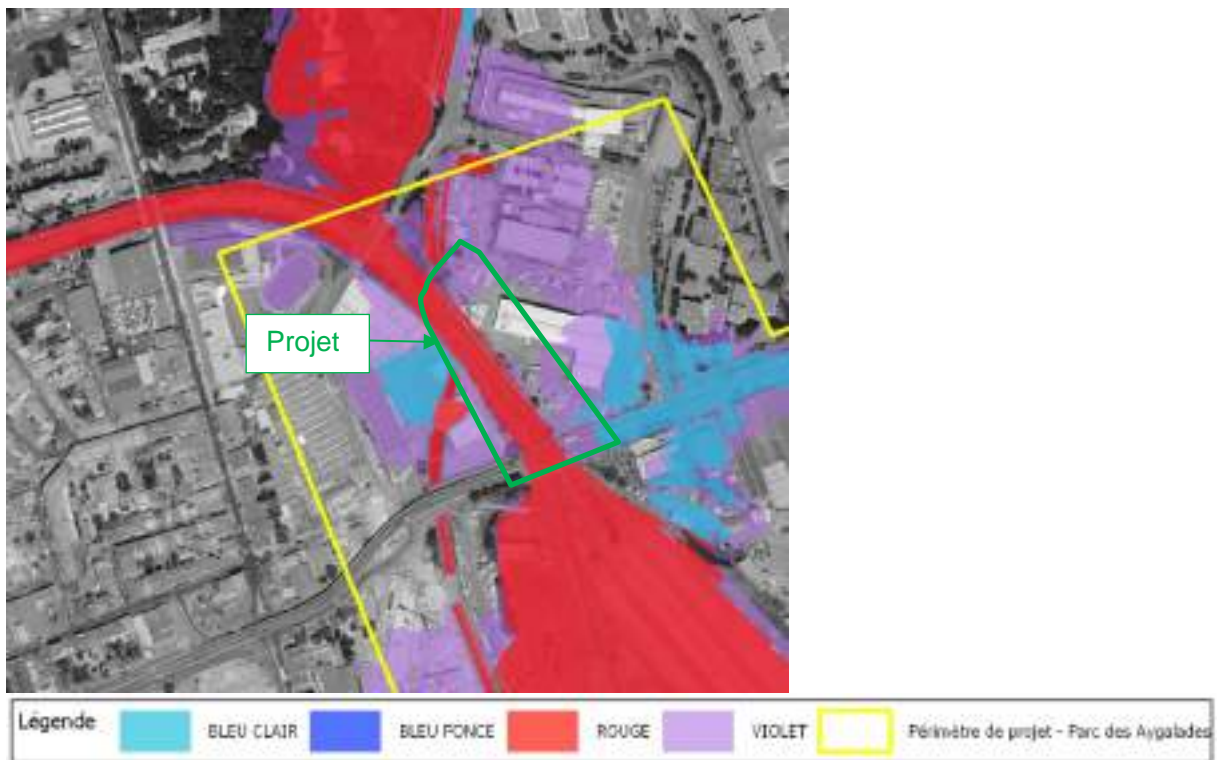


Figure 24 : Zonage réglementaire du PPRI des Ayyalades au droit du projet

Le projet Théodora se situe sur les zones Rouge, Bleu clair et Violette de la carte de zonage du PPRI des Ayalades.

La zone Rouge, où règne le principe général d'inconstructibilité couvre le cadre actuel des Ayalades.

La zone Bleu clair constitue l'emprise inondée par la crue de référence du PPRI qui n'est pas en zone Rouge.

La zone Violette représente l'emprise de la crue exceptionnelle.

Le Tableau 4 ci-après donne les principales règles sur chaque zone du PPRI en cohérence avec les projets envisagés sur la zone du projet.

ZONE	ROUGE	BLEU CLAIR	VIOLETTE
Principe général	Inconstructibilité	Constructibilité (sous conditions)	
Définition	ZPPU en zone inondable + AZU en aléa fort	AZU en aléa modéré	Emprise de la crue exceptionnelle
Admis (liste non exhaustive)	Constructions dont surface au sol < 30% zone inondée ou <50% si transparence hydraulique assurée Cote du premier plancher = PHE + 20 cm	Constructions avec premier plancher 20 cm au-dessus du terrain naturel actuel	
	Annexes < 10 m <sup>2</sup> Travaux de mise aux normes Aménagements publics légers (mobilier urbain) Aménagements de loisirs et sportifs de plein air (S <sub>bâti</sub> < 100 m <sup>2</sup> ) Infrastructures de transport Constructions portuaires	Mêmes infrastructures qu'en zone rouge Locaux d'hébergement Locaux d'activité et de stockage Stationnements (air libre, parkings silos, souterrains)	
Interdits	Etablissements Recevant du Public Campings, aires gens du voyage Habitats légers de loisirs Sous-sols Dépôts de matériaux Remblais (sauf pour accès et réduction vulnérabilité)	Comme en zone rouge Déchetteries	Sous-sols Aires gens du voyage Création d'établissements stratégiques ou leur extension de + de 20% en superficie/personnel

Tableau 4 : Synthèse des contraintes du PPRI des Ayalades par zone du PPRI



Le projet a été conçu de façon à respecter le règlement du PPRI des Aygalades, un extrait du règlement du PPRI des Aygalades est joint en annexe 2.

A ce titre, en zone rouge sera effectué uniquement un aménagement paysager permettant la valorisation du ruisseau des Aygalades et une meilleure expansion des crues.

Pour les besoins de l'aménagement paysager du site, le lit mineur des Aygalades est rectifié sur moins de 100 mètres engendrant un remblai en rive gauche et un déblai de volume identique voire supérieur en rive droite.

Les bâtiments construits en zones bleu clair et violette sont construits sur pilotis et le niveau du premier plancher est fixé à PHE+20 cm.

## 6.4 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE EN SITUATION ACTUELLE

Ce paragraphe présente le fonctionnement hydraulique, au droit de la zone des travaux, en situation actuelle pour la crue de référence du PPRI des Aygalades.

La Figure 25 ci-après indique les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement maximales atteintes pour un tel évènement.

L'emprise du projet est inondée par le débordement du ruisseau des Aygalades.

Une partie de l'inondation est issue d'un débordement du ruisseau des Aygalades au niveau du Parc Billoux. Celui-là atteint en contrebas la voie ferrée où il se sépare en deux flux ;

- Le premier se dirige vers la gare d'Arenc via le tunnel,
- le second s'oriente vers le faisceau ferré du Canet. Ce dernier déborde sur la parcelle de Jaguar Network avec un débit maximal de 360 l/s.

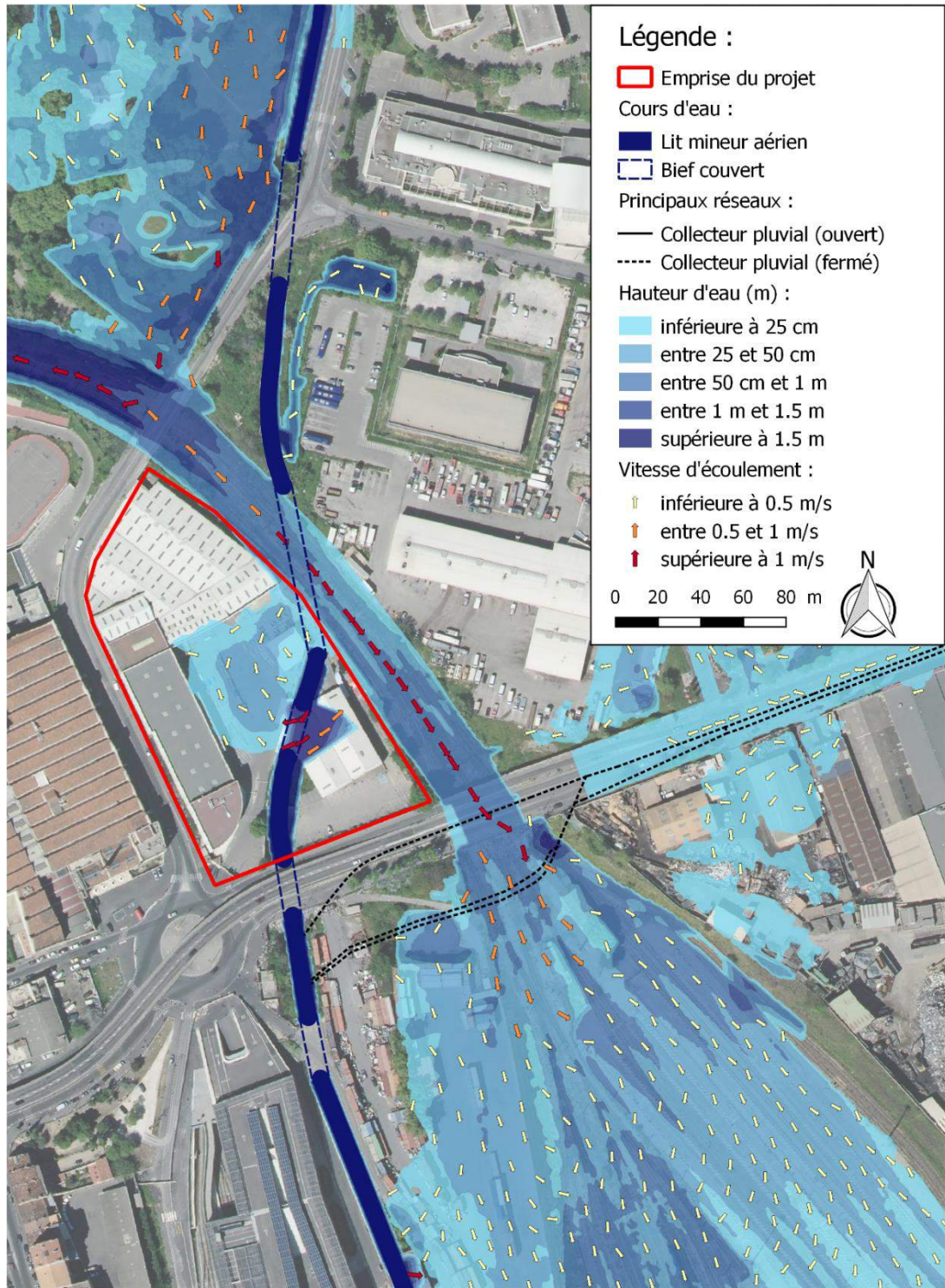
Le cadre des Aygalades (ruisseau des Aygalades) déborde également au sein de l'emprise du projet en générant un apport vers la parcelle de 560 l/s. Ce débordement alimente une cuvette topographique en rive gauche du cadre dans laquelle les hauteurs d'eau dépassent 2 m et les vitesses sont comprises entre 0.5 et 1 m/s.

Les écoulements issus des 2 points d'apport sur le site s'étalent en rive droite des Aygalades avec des hauteurs d'eau inférieures à 50 cm et de faibles vitesses d'écoulement, de moins de 50 cm/s.

L'emprise inondée sur le périmètre du projet est de 3 500 m<sup>2</sup> pour la crue de référence du PPRI des Aygalades.

Dans le cadre des Aygalades (ruisseau des Aygalades), le débit maximal calculé est de 84 m<sup>3</sup>/s au droit du projet.

Du fait du débordement du cadre, le débit de pointe est écrêté de 0,5% entre l'amont et l'aval du projet.



**Projet Théodora**

**Zones inondables pour la crue de référence du PPRI**

Setec Hydratec (Décembre 2020)



Figure 25 : Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement au droit du projet Theodora pour la crue de référence du PPRI des Aygalades

## 7 ETUDE QUALITATIVE DE L'IMPACT HYDRAULIQUE DU PROJET

Conformément à la Loi sur l'Eau, le projet ne doit pas porter atteinte aux tiers.

A ce titre, il doit respecter les seuils présentés au paragraphe 9.2 ci-après en termes d'impact hydraulique sur les avoisinants.

Le projet prévoit un élargissement du lit des Aygalades par la suppression des murs verticaux du cadre. Ceux-ci seront remplacés par des terrasses étagées permettant la promenade. La section du cadre sera donc augmentée.



Figure 26: Vue en plan de l'aménagement paysager projeté au droit de la zone d'étude





Figure 27: Coupe transversale de l'aménagement paysager projeté au droit de la zone d'étude

Cet aménagement tend à augmenter le volume disponible pour l'expansion des crues au droit du projet par un déblaiement des abords du cadre. Il pourra permettre un écrêtement des crues bien que celui-ci restera peu significatif compte-tenu des volumes d'eau transités par le cadre en cas de crue.

Sur la partie aval du projet, le lit du cours d'eau est légèrement reprofilé avec la création d'une zone en remblais en rive gauche et de déblais en rive droite. Ce décaissement devra a minima compenser le volume remblayé sur l'autre rive pour conserver la section hydraulique existante du cadre.

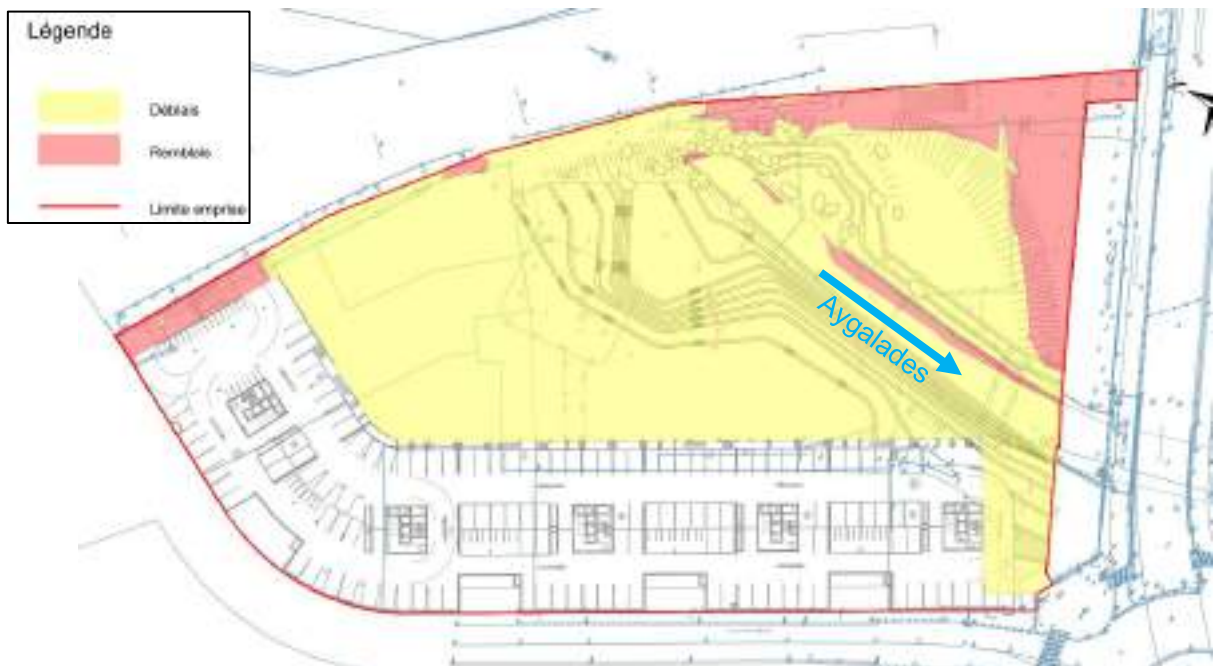


Figure 28: Déblais et remblais projetés au droit de la zone d'étude

L'étude d'incidence hydraulique prévue et réalisée pour le projet permettra de quantifier les impacts générés par cet élargissement du lit des Aygalades. Il sera également vérifié qu'un tel aménagement ne génère pas des sur-débits et sur-vitesses en aval, induits par la suppression d'une éventuelle section de contrôle au droit du site.

Le cas échéant, des mesures compensatoires seront proposés comme un recalibrage du profil en travers du cours d'eau de façon à contrôler le débit en aval du site du projet.

Le choix des matériaux et de la ripisylve constitutifs des lits mineur et moyen ainsi que le profil en long du lit mineur seront conçus dans un objectif de non-aggravation de l'aléa hydraulique sur les avoisinants du projet.

## 8 DEMARCHE PROPOSEE POUR L'ETUDE D'INCIDENCE HYDRAULIQUE DU PROJET

### 8.1 METHODOLOGIE

L'étude d'incidence hydraulique a pour objectif de vérifier que l'aménagement projeté n'a pas d'impact sur l'écoulement de la crue des Ayalades. En effet, le projet devra respecter les critères sur les impacts résiduels cités au paragraphe 9.2.

L'étude d'incidence hydraulique s'articulera de la façon suivante :

- Modélisation hydraulique de la situation initiale ;

Celle-ci consiste à modéliser le projet et son environnement en considérant la topographie, le bâti et les conditions hydrologiques en état actuel. L'emprise du projet sera considérée vide de tout bâtiment à démolir.

La crue de référence du PPRI des Ayalades est simulée.

- Modélisation hydraulique de la situation projetée ;

La topographie, le bâti et les ouvrages hydrauliques projetés sont intégrés au modèle hydraulique. Les impacts sur les écoulements générés par le projet sont quantifiés de façon précise et comparés aux seuils imposés par les services de instructeurs (DDTM 13) qui sont rappelés dans le paragraphe 9.2 ci-après.

Si le projet ne respecte pas ces seuils des mesures compensatoires sont apportées en concertation avec l'architecte et les équipes de maîtrise d'œuvre.

- Modélisation hydraulique avec mesures compensatoires ;

Le projet sera alors adapté selon la démarche ERC (Eviter, Réduire, Compenser). Il s'agit d'un processus itératif qui consiste à simuler les mesures compensatoires proposées et de quantifier l'impact du projet sur les hauteurs d'eau et vitesse pour la crue de référence du PPRI des Ayalades. Tant que les seuils imposés ne sont pas respectés, le projet devra être adapté en tenant compte des autres contraintes inhérentes à ce type d'aménagement.

**Le projet avec ses mesures compensatoires sera celui sur lequel sera effectué les études réglementaires en vue de l'autorisation environnementale du projet global.**

### 8.2 MODELISATION DES ECOULEMENTS

La modélisation des écoulements fait appel à des outils numériques dédiés.

#### 8.2.1 Présentation du logiciel de modélisation

Le modèle numérique des écoulements a été élaboré avec le logiciel dédié à l'hydraulique fluviale et urbaine HYDRA.



**Hydra** est une plateforme de modélisation hydrologique et hydraulique permettant de faire appel dans un même modèle aux fonctionnalités propres aux réseaux d'assainissement, aux systèmes fluviaux et maritimes afin de répondre

aux problématiques complexes d'interconnexion des réseaux de collecte des eaux pluviales et des débordements de surface dans la gestion des inondations des grandes métropoles,

Cette plateforme permet de piloter un moteur de calcul robuste et performant, fruit de 30 ans de développements et d'exploitation, capable de traiter l'ensemble des domaines suivants ainsi que leurs interactions : hydrologie, propagations de crue dans les réseaux d'assainissement, les cours d'eau et les plaines inondables, interactions entre les débordements de cours d'eau, les débordements de réseaux d'assainissement et les écoulements de surface dans les zones urbaines, submersions marines, phénomènes transitoires rapides et leurs conséquences, modélisation courantologique, transport solide, optimisation de gestion des ouvrages et des grands systèmes hydrologiques et hydrauliques...

### 8.2.2 Présentation du modèle hydraulique

Setec hydratec dispose d'un modèle global de simulation des crues du cours d'eau des Aygalades et de ses affluents, exploité sous Hydra.

Ce modèle permet de simuler la propagation des crues des Aygalades dans toute la traversée de Septèmes-les-Vallons, des Pennes-Mirabeau et de Marseille. Ce modèle a été construit pour l'étude d'aléa inondation du bassin versant des Aygalades pour la DDTM13 en 2017.

Le territoire géographique couvert par ce modèle est délimité sur la Figure 29 ci-après.

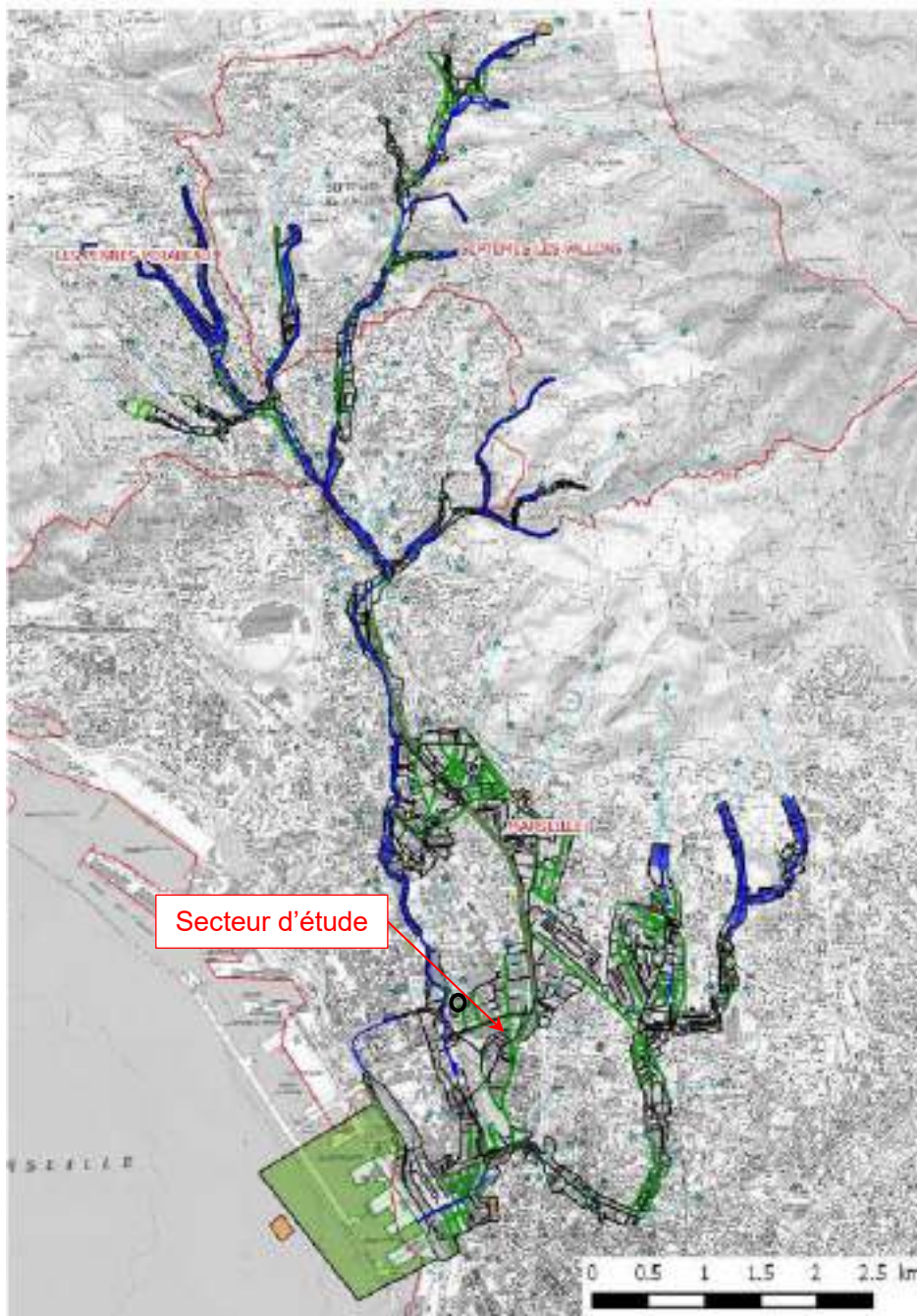


Figure 29 : Emprise géographique du modèle des Aygalades

Le secteur d'étude, situé en rive droite, dans le lit majeur des Aygalades, est couvert par des mailles bi-dimensionnelles.

La Figure 30 ci-après présente la structure du modèle à proximité de la zone du projet.



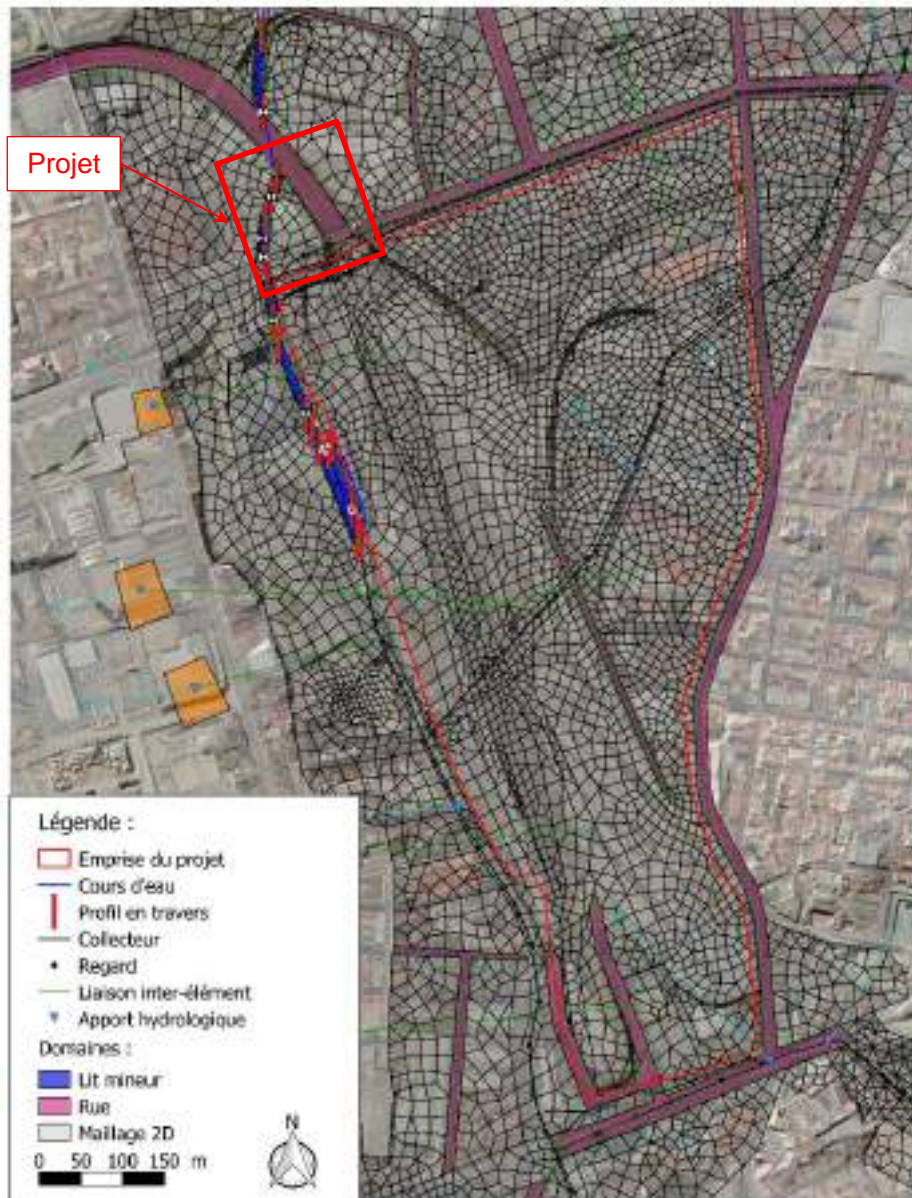


Figure 30 : Emprise géographique du modèle des Aygalades – agrandissement sur l’environnement proche de la zone du projet

## 9 DEMARCHE ET CONTEXTE REGLEMENTAIRE

### 9.1 ANALYSE DU PROJET AU REGARD DES RUBRIQUES MENTIONNEES A L'ARTICLE R.214-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Le Tableau 5 ci-après présente les rubriques de la nomenclature de la loi sur l'eau (codifiée à l'article R.214-1 du Code de l'Environnement) concernées par le projet.

<b>Rubrique</b>		<b>Régime</b>
<b>TITRE I - PRELEVEMENTS</b>		
1.1.1.0	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D).	Création d'ouvrage souterrain lors de la construction du R-2=> <b>Déclaration</b>
1.1.2.0	Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant : 1° Supérieur ou égal à 200 000 m <sup>3</sup> / an (A) ; 2° Supérieur à 10 000 m <sup>3</sup> / an mais inférieur à 200 000 m <sup>3</sup> / an (D).	<b>Non concerné</b> car le prélèvement s'effectue dans la nappe d'accompagnement de cours d'eau
1.2.1.0	A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe : 1° D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m <sup>3</sup> /heure ou à 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (A) ; 2° D'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m <sup>3</sup> /heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (D).	Débit des eaux d'exhaures prévus est compris entre 15.5 m <sup>3</sup> /h (si on pompe les 2600 m <sup>3</sup> en 7 jours) et 4 m <sup>3</sup> /h << 2% du débit moyen du cours d'eau qui est de 250 l/s => <b>non concerné mais cité pour mémoire</b>
<b>TITRE II - REJETS</b>		
2.1.5.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin	Surface du bassin versant correspond à



	<p>naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :</p> <p>1° Supérieure ou égale à 20 ha (A) ;</p> <p>2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D).</p>	<p>l'emprise du projet, soit &lt;20 ha =&gt; <b>déclaration</b></p>
2.2.1.0	<p>Rejet dans les eaux douces superficielles susceptible de modifier le régime des eaux, à l'exclusion des rejets visés à la rubrique 2.1.5.0 ainsi que des rejets des ouvrages visés aux rubriques 2.1.1.0 et 2.1.2.0, la capacité totale de rejet de l'ouvrage étant :</p> <p>1° Supérieure ou égale à 10 000 m<sup>3</sup>/ j ou à 25 % du débit moyen interannuel du cours d'eau (A) ;</p> <p>2° Supérieure à 2 000 m<sup>3</sup>/ j ou à 5 % du débit moyen interannuel du cours d'eau mais inférieure à 10 000 m<sup>3</sup>/ j et à 25 % du débit moyen interannuel du cours d'eau (D).</p>	<p>Débit des eaux d'exhaures est compris entre 15.5 et 4 m<sup>3</sup>/h &lt;&lt;2000 m<sup>3</sup>/j ou 5% de Qmoy =&gt; <b>non concerné</b></p>
2.2.3.0	<p>Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets visés aux rubriques 4.1.3.0,2.1.1.0,2.1.2.0 et 2.1.5.0 :</p> <p>1° Le flux total de pollution brute étant :</p> <p>a) Supérieur ou égal au niveau de référence R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (A) ;</p> <p>b) Compris entre les niveaux de référence R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (D).</p> <p>2° Le produit de la concentration maximale d'Escherichia coli, par le débit moyen journalier du rejet situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de culture marine, d'une prise d'eau potable ou d'une zone de baignade, au sens des articles D. 1332-1 et D. 1332-16 du code de la santé publique, étant :</p> <p>a) Supérieur ou égal à 1011 E coli/ j (A) ;</p> <p>b) Compris entre 1010 à 1011 E coli/ j (D).</p>	<p>En fonction du point de rejet des eaux d'exhaures, le projet sera ou non concerné par cette rubrique = <b>A préciser lors du PRO</b></p>
2.3.1.0	<p>Rejets d'effluents sur le sol ou dans le sous-sol, à l'exclusion des rejets visés à la rubrique 2.1.5.0, des rejets des ouvrages visés aux rubriques 2.1.1.0, 2.1.2.0, des épandages visés aux rubriques 2.1.3.0 et 2.1.4.0, ainsi que des réinjections visées à la rubrique 5.1.1.0. (A).</p>	<p><b>Non concerné</b> car le rejet des eaux d'exhaures devrait s'effectuer soit dans le réseau eaux pluviales ou unitaire le plus proche, ou dans le cours d'eau ou réinjecter dans la nappe, et ce conformément à la réglementation environnementale</p>
<b>TITRE III - IMPACTS SUR LE MILIEU AQUATIQUE OU SUR LA SÉCURITÉ PUBLIQUE</b>		
3.1.1.0	<p>3.1.1.0. Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant :</p> <p>1° Un obstacle à l'écoulement des crues (A) ;</p> <p>2° Un obstacle à la continuité écologique :</p>	<p><b>Non concerné</b></p>

	<p>a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (A) ;</p> <p>b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (D).</p> <p>Au sens de la présente rubrique, la continuité écologique des cours d'eau se définit par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport naturel des sédiments.</p>	
3.1.2.0	<p>Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :</p> <p>1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) ;</p> <p>2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D).</p> <p>Le lit mineur d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.</p>	<p>Modification du ruisseau des Aygalades sur moins de 100 m =&gt; <b>déclaration</b></p>
3.1.3.0	<p>Installations ou ouvrages ayant un impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique dans un cours d'eau sur une longueur :</p> <p>1° Supérieure ou égale à 100 m (A) ;</p> <p>2° Supérieure ou égale à 10 m et inférieure à 100 m (D).</p>	<p><b>Non concerné</b> en raison du projet retenu</p>
3.1.4.0	<p>Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :</p> <p>1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ;</p> <p>2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D).</p>	<p><b>Non concerné</b> en raison du projet retenu</p>
3.1.5.0	<p>Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet :</p> <p>1° Destruction de plus de 200 m<sup>2</sup> de frayères (A) ;</p> <p>2° Dans les autres cas (D).</p>	<p>Modification du lit mineur du ruisseau des Aygalades mais en dehors de toute zone de frayère =&gt; <b>Non concerné</b></p>
3.2.2.0	<p>Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :</p> <p>1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m<sup>2</sup> (A) ;</p> <p>2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m<sup>2</sup> et inférieure à 10 000 m<sup>2</sup> (D).</p> <p>Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue</p>	<p>projet Théodora est situé en zone urbaine AZU, donc hors <b>zone inondable =&gt; non concerné</b> mais <b>doctrine DDTM13 s'applique pour la demande de permis de construire</b> (se</p>

	connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.	reporter au paragraphe 9.2 ci-après).
3.2.3.0	Plans d'eau, permanents ou non : 1° Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha (A) ; 2° Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha (D).  Ne constituent pas des plans d'eau au sens de la présente rubrique les étendues d'eau réglementées au titre des rubriques 2.1.1.0., 2.1.5.0. et 3.2.5.0. de la présente nomenclature, ainsi que celles demeurant en lit mineur réglementées au titre de la rubrique 3.1.1.0.  Les modalités de vidange de ces plans d'eau sont définies dans le cadre des actes délivrés au titre de la présente rubrique.	<b>Non concerné</b> en raison du projet retenu
TITRE IV - RÉGIMES D'AUTORISATION VALANT AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L. 214-1 ET SUIVANTS DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT		
5.1.1.0	Réinjection dans une même nappe des eaux prélevées pour la géothermie, l'exhaure des mines et carrières ou lors des travaux de génie civil, la capacité totale de réinjection étant : 1° Supérieure ou égale à 80 m <sup>3</sup> / h (A) ; 2° Supérieure à 8 m <sup>3</sup> / h, mais inférieure à 80 m <sup>3</sup> / h (D).	Débit à priori inférieur à 8 m <sup>3</sup> /h => <b>Non concerné mais cité pour mémoire</b>

Tableau 5 : Analyse du projet au regard de l'article R.214-1 du code de l'environnement

Le projet est soumis à déclaration au titre des rubriques 1.1.1.0, 2.1.5.0, 3.1.2.0 de l'article R.214-1 du code de l'environnement, les autres rubriques seront analysées lors de l'élaboration du dossier loi sur l'eau.

## 9.2 ZOOM SUR LA PROBLEMATIQUE INONDATION DU PROJET

Le projet Théodora doit respecter la Loi sur l'Eau, ce qui se traduit par une non atteinte aux tiers.

En septembre 2019, la Police de l'Eau DDTM13 a publié sa Doctrine concernant la Rubrique 3.2.2.0 de l'article R.214-1 du code de l'environnement.

Cette dernière fixe les règles applicables aux installations, ouvrages ou remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau. Elle définit notamment les règles de compensation volumique à appliquer ainsi que les impacts résiduels admissibles sur des tiers au projet.

Le projet Théodora est situé en zone urbaine AZU sur la carte des enjeux du PPRI des Ayalades.

Selon la doctrine, il s'agit d'un secteur caractérisé comme « hors du champ d'expansion de crue du ruisseau des Aygalades ». La compensation de volume imposée par le SDAGE n'est donc pas demandée.

Toutefois, en termes d'impacts au tiers, les seuils suivants sont à respecter :

- Augmentation des hauteurs admissibles par rapport à l'état initial ;
  - ✓ 1 cm max dans les zones à enjeux (sur le bâti),
  - ✓ 5 cm max en dehors des zones à enjeux (voiries par exemples).
- Majoration des vitesses d'écoulement par rapport à l'état initial inférieure à 5%,
- Pas de changement de classe d'aléa par rapport à l'état initial.

Le phasage et la topographie du projet seront déterminés de façon à satisfaire, à chaque phase de construction, ces trois exigences.

Par ailleurs, le porteur du projet doit être soit propriétaire du terrain, soit titulaire d'une convention avec le propriétaire qui autorise la réalisation des travaux.

## 10 CONCLUSIONS SUR LE PROJET

**D'après les éléments explicités dans les paragraphes ci-avant, les problématiques inhérentes au pompage des eaux d'exhaures ainsi qu'au PPRI des Aygalades seront traitées et explicités dans l'étude d'incidence du dossier de Déclaration rédigé au titre de l'article R.214-1 du code de l'environnement.**





## ANNEXES





ANNEXE 1 : RAPPORT D'ETUDE DE SOL PRELIMINAIRE (MISSION G1  
PGC), SOL ESSAIS – AVRIL 2020





## MARSEILLE

Angle avenue des Aygalades et  
Boulevard Capitaine Gèze  
Projet de Campus Tertiaire

### OPERATION MARSEILLE THEODORA

N° SOLA-D20-0051

### RAPPORT D'ETUDE DE SOL PRELIMINAIRE

Mission : G1 PGC

AFF.	DATE	PHASE	IND.	Sujet Révision	Rédacteur	Vérif.
SOLA-D20-0051	17/04/2020	R	0	Diffusion	V. SUMIAN / SMR	M. AYCOBERRY

#### Forages - Pénétrètres - Essais in situ - Laboratoire - Conseil en Mécanique des Sols

Société par actions simplifiées au capital de 72 000 Euros – SIRET 444 061 766 00010 Immatriculée au RCS AIX-EN-PROVENCE – APE 7112B  
N° TVA INTRACOMMUNAUTAIRE : FR 17 4440617666 – CCP PARIS 7 566 60

**Siège Social et adresse de facturation :**  
460, avenue Jean Perrin  
13851 AIX EN PROVENCE CEDEX 3  
Tél. 04 42 39 74 85 – Fax 04 42 39 73 91 –  
e.mail : [aix@sol-essais.fr](mailto:aix@sol-essais.fr)

**Agence Var:**  
5 Rue des Rubis  
83600 FREJUS  
Tél. 04 22 89 01 30 – Fax 04 22 89 01 31  
e.mail : [frejus@sol-essais.fr](mailto:frejus@sol-essais.fr)

**Agence Côte d'Azur :**  
Les Algorithmes-Thalès B-2000 route des Lucioles  
06410 BIOT SOPHIA ANTIPOLIS  
Tél. 04 26 03 07 00 – Fax 04 93 33 21 36 -  
e.mail : [nice@sol-essais.fr](mailto:nice@sol-essais.fr)



## TABLE DES MATIERES

<b>I – PRESENTATION DE LA MISSION.....</b>	<b>3</b>
I.1 – Présentation de la mission.....	3
I.2 – Mission selon la norme NF P 94-500.....	4
I.3 – Documents de références .....	4
<b>II – RESULTATS .....</b>	<b>4</b>
II.1 – Contexte géologique .....	4
II.2 – Forage carotté.....	5
II.3 – Forage destructif réalisé en prolongement du forage carotté ...	5
II.4 – Essais de pénétration statique lourde.....	6
II.5 – Essais en laboratoire .....	7
II.6 – Présence d'eau .....	7
<b>III – PREMIERES CONCLUSIONS .....</b>	<b>8</b>
III.1 – Contexte géologique du site.....	8
III.2 – Contexte hydrogéologique général .....	8
III.3 – Caractéristiques du projet.....	8
III.4 – Fondations.....	8
III.5 – Terrassements .....	9
III.6 – Drainage et protection des sous-sols .....	10
III.7 – Règles parasismiques .....	10
<b>IV – ANNEXES .....</b>	<b>11</b>

## I – PRESENTATION DE LA MISSION

### I.1 – Présentation de la mission

A la demande de Monsieur Pierre-Alain MARTIN, la Société FONCIERE JAGUAR a confié à la Société SOL-ESSAIS la reconnaissance de sol et l'étude destinées à orienter le choix des principes généraux de fondations d'un projet immobilier de Campus Tertiaire dénommé THEODORA dont l'édification est prévue sur un terrain situé à l'angle de l'avenue des Aygaldes et du Boulevard du Capitaine Gèze à MARSEILLE.

Cette prestation a été exécutée sur la base de notre devis SOLA-P20-0068 en date du 27/01/2020 accepté par commande le 03/02/2020.

En accord avec les responsables de l'opération, notre intervention a été basée en toute première approche sur la juxtaposition de :

- Un forage carotté de corrélation F1 descendu à 10,00 m de profondeur, permettant d'identifier la nature exacte des terrains traversés et de prélever des échantillons intacts pour analyses en laboratoire.  
Compte tenu des matériaux prélevés à la base de ce forage, ce dernier a été poursuivi en forage destructif avec enregistrement numérique des paramètres de foration jusqu'à 17,50 m environ.

Le trou du forage carotté a été équipé d'un tube piézométrique pour permettre de suivre le niveau des circulations d'eau souterraines éventuelles.

Il est pour cela prévu un suivi piézométrique mensuel sur un an.

- 6 essais de pénétration statique lourde permettant de mesurer in situ et en continu les qualités mécaniques des terrains traversés.  
Ces essais ont été poussés au refus à des profondeurs comprises entre 4,50 m et 15,00 m environ.
- Il est prévu la réalisation d'essais en laboratoire portant sur les échantillons issus du carottage qui sont actuellement en cours et dont les résultats feront l'objet d'une diffusion sous forme d'un indice au présent rapport

Les investigations ont été réalisées suivant l'accessibilité du site par notre atelier de sondages permettant d'obtenir une représentativité des risques géotechniques qui correspond à un échantillonnage qui reste limité au regard de l'étendue du secteur d'étude.

La généralisation des conclusions comporte donc nécessairement une part d'incertitude qui pourrait être réduite par la réalisation d'une campagne complémentaire lorsque les conditions d'accès le permettront ou lorsque le projet aura pris sa forme définitive.

## I.2 – Mission selon la norme NF P 94-500

Notre intervention s'inscrit dans le cadre d'une mission de type G1 PGC conforme à la classification des missions géotechniques types USG (Tableau 1 de la norme NF P 94-500 du 30 Novembre 2013).

## I.3 – Documents de références

Dans le cadre de cette étude, nous avons été destinataires des documents suivants :

- Eléments de niveaux en phase esquisses non datés,
- Extraits de photos aériennes avec délimitations des parcelles concernées par le projet,
- Plan de géomètre de l'existant.

## II – RESULTATS

On trouvera en annexe :

- la coupe du forage carotté D20-0051 F1,
- le diagramme du forage destructif D20-0051 FD/F1 réalisé en prolongement du carottage,
- les graphiques des essais de pénétration statique lourde D20-0051 P1 à P5,
- ainsi qu'un plan d'implantation sur fond de plan de masse D20-0051.

Les annexes susvisées sont indissociables du présent rapport.

Les essais ont été nivelés et leur cote de départ rattachée au système de nivellement tiré du plan de géomètre qui nous a été communiqué.

### II.1 – Contexte géologique

D'un point de vue géotechnique très général, le terrain concerné par le projet est situé dans un secteur de MARSEILLE au niveau du vallon des Aygalades, dans un contexte où le substratum d'âge Stampien, le plus souvent à faciès marneux, gréseux ou conglomératique, se trouve surmonté par des épaisseurs importantes de dépôts colluvionnaires et d'altération ainsi que part des remblais consécutifs aux comblements partiels de ce vallon et aux diverses phases d'aménagement du site (aménagements anciens des abords du ruisseau des Aygalades).



Les investigations qui ont pu être réalisées en toute première approche ont permis de confirmer cette configuration générale.

## II.2 – Forage carotté

La coupe du forage carotté montre la présence de matériaux de remblais d'aménagement à dominante limono-graveleuse jusqu'au voisinage de 4,00 m de profondeur.

Au-delà, l'on note la traversée d'horizons correspondant vraisemblablement à des dépôts colluvionnaires constitués de limon sablo-graveleux avec quelques galets, jusqu'à l'interruption du forage carotté à 10,00 m de profondeur.

## II.3 – Forage destructif réalisé en prolongement du forage carotté

Les forages destructifs ont été réalisés avec un enregistrement continu des paramètres de foration, à l'aide d'un appareil de type LIM 4000.

Sur les graphiques on peut lire, de gauche à droite :

- **La vitesse instantanée d'avancement**, graduée de 0 à 1000 m/h ; ce paramètre traduit la compacité et la cohésion des matériaux ; il permet également de déceler d'éventuels vides ou zones de frottement décomprimées ;
- **La vitesse instantanée d'avancement**, graduée de 0 à 250 m/h ; elle permet essentiellement d'analyser les zones à grande vitesse qui échappent à la première échelle ;
- **Le temps en seconde par mètre**, permettant une meilleure appréciation de l'avancement en cas de matériaux très durs ;
- **La pression du fluide d'injection**, graduée de 0 à 5 bars ; ses variations traduisent la cohésion du matériau ; son augmentation correspond souvent à un faciès argileux ou marneux.

L'examen du diagramme d'avancement de ce forage destructif doit ici être interprété seulement à partir de 10,00 m de profondeur, qui correspond à la hauteur réalisée en carottage.

Entre 10,00 m et 16,00 m de profondeur, l'on note la traversée d'horizons caractérisés par des vitesses d'avancement de l'ordre de 250,00 m/h, caractéristiques de surépaisseurs de terrains de couverture avec toutefois la présence d'un passage caractérisé par des vitesses d'avancement beaucoup plus

faibles au voisinage de 14,00 m de profondeur pouvant correspondre à un bloc isolé (galet de forte dimension par exemple).

A partir de 16,00 m de profondeur environ, la vitesse d'avancement diminue considérablement pour devenir faible et relativement continue, ce qui semble ici indiquer l'entrée dans les premières formations du substratum stampien.

Le forage destructif réalisé à notre initiative dans le prolongement du forage carotté a été interrompu au sein de ces horizons de forte compacité à 17,50 m de profondeur.

### II.4 – Essais de pénétration statique lourde

Les graphiques, correspondant aux essais, permettent de mettre en évidence, sur la première feuille d'essai, deux courbes qui correspondent d'une part pour la courbe en continu à la résistance de pointe mesurée en fonction de la profondeur (cône résistance en MPa) et pour la courbe en pointillé au frottement latéral sur le manchon spécifique situé en arrière de la pointe (sleeve friction).

La courbe située à droite sur la première feuille correspond à l'inclinaison du train de sondes dans le sondage ainsi qu'au paramètre "friction ratio" en % qui traduit le rapport entre le frottement latéral unitaire sur le manchon et la résistance de pointe.

L'examen des graphiques de pénétration statique lourde montre que les terrains traversés sont caractérisés par des résistances de pointe dans l'ensemble inférieures à 1 MPa, ce qui traduit une forte compressibilité de ces terrains majoritairement à structure fine et à dominante limoneuse.

L'on note toutefois quelques pics de résistance qui correspondent en tête des essais aux remblais d'aménagement plus ou moins compacts et plus en profondeur à des intercalations graveleuses.

Il est à noter que la réalisation des essais de pénétration statique a nécessité le recours à des avants trous systématiques pour traverser les couches de forme des voiries existantes.

L'essai P6 a connu un refus au voisinage de 4,50 m de profondeur qui semble ici correspondre à la présence d'anciens ouvrages ou de remblais de forte granulométrie, par corrélation avec les résultats du forage carotté F1 tout proche.

Les terrains de couverture correspondant à des remblais et à des dépôts colluvionnaires relativement compressibles ont été mis en évidence jusqu'aux profondeurs suivantes :

- 13,50 m en P1,
- 9,50 m en P2,

- 13,00 m en P3,
- 14,50 m en P4,
- 11,50 m en P5.

Au-delà, l'on observe une forte augmentation des résistances de pointe qui semble indiquer la traversée d'horizons rattachés au substratum. Toutefois, l'on ne peut exclure qu'il s'agisse de matériaux alluvionnaires ou colluvionnaires à structure grossière.

Les essais de pénétration statique sont survenus au sein de ces horizons aux profondeurs suivantes :

- 13,80 m en P1,
- 9,70 m en P2,
- 13,40 m en P3,
- 14,90 m en P4,
- 12,35 m en P5.

### **II.5 – Essais en laboratoire**

Les essais de laboratoire portant sur les échantillons issus du carottage sont en cours et leurs résultats feront l'objet d'une diffusion sous forme d'un indice au présent rapport.

### **II.6 – Présence d'eau**

Lors de notre intervention et après extraction du train de tige, des niveaux d'eau non parfaitement stabilisés ont été mesurés au droit des essais de pénétration statique aux profondeurs suivantes :

- 3,00 m en P1 et en P2,
- 8,45 m en P3,
- 7,00 m en P4,
- 4,10 m en P5.

Un niveau d'eau non parfaitement stabilisé a également été mesuré à 3,70 m de profondeur dans le tube piézométrique mis en place en F1 peu après la fin de ce sondage.

### **III – PREMIERES CONCLUSIONS**

#### **III.1 – Contexte géologique du site**

Les investigations qui ont pu être réalisées en toute première approche ont permis de mettre en évidence, sous des épaisseurs variables de l'ordre de 3,00 m à 4,00 m de remblais d'aménagement à dominante limono-graveleuse, des dépôts colluvionnaires de faible compacité à dominante limoneuse avec quelques passages plus graveleux sur des épaisseurs comprises être 10,00 m et 15,00 m avant que des horizons de plus forte compacité et très vraisemblablement rattachés au substratum stampien n'aient été recoupés par le forage destructif interrompu au voisinage de 17,00 m de profondeur.

#### **III.2 – Contexte hydrogéologique général**

Le terrain concerné par le projet est vraisemblablement caractérisé par la présence d'une nappe en écoulement directement reliée au ruisseau des Aygalades traversant le terrain de manière enterrée.

Il sera intéressant de porter une attention toute particulière aux résultats des mesures piézométriques ultérieures qui permettront de mieux apprécier le niveau auquel s'effectuent ces circulations d'eau rattachées vraisemblablement à une nappe en écoulement.

#### **III.3 – Caractéristiques du projet**

Le projet n'est pas figé définitivement, mais pourrait comporter la construction d'un ensemble de bâtiments en R+4 avec un niveau de sous-sol partiel éventuel.

Les caractéristiques du projet sont amenées à évoluer de manière importante, aussi bien en termes d'emprise qu'en termes d'adaptation au sol.

#### **III.4 – Fondations**

Compte tenu de la présence de remblais d'aménagement et d'épaisseurs très importantes de matériaux colluvionnaires à structure fine particulièrement compressible, la meilleure solution de fondation consisterait pour l'ensemble des futures constructions, à prévoir le report de l'ensemble des charges d'ossature au sein des horizons de forte compacité rattachés au substratum stampien dont le toit a été mis en évidence au voisinage de 16,00 m de profondeur en FD/F1 et qui remonte vraisemblablement de part et d'autre du ruisseau des Aygalades au voisinage de 10,00 m à 12,00 m de profondeur au droit des autres essais réalisés.

En fonction de la trame d'ossature des futures constructions et des descentes de charges, une solution de semelles superficielles sur sol préalablement renforcé par inclusions rigides de type CMC descendues au sein des marnes du substratum pourrait également être envisagée, sous réserve toutefois que les descentes de charges concentrées ne soient pas trop importantes.

Enfin, et en fonction de l'adaptation au sol du projet, nous mentionnerons une solution de radier général de forte inertie qui aurait l'avantage de permettre la reprise des sous-pressions hydrostatiques correspondant au niveau d'immersion des éventuelles parties d'ouvrages enterrées situées sous la nappe en écoulement.

En fonction, encore une fois, de l'adaptation au sol du projet et des charges apportées, il pourra être nécessaire de prévoir sous ce radier un renforcement de sol par inclusion rigide ou éventuellement par colonnes ballastées pour permettre de limiter l'amplitude des tassements absolus et différentiels.

Lors des travaux, on portera attention à toute anomalie ou variation de faciès pouvant justifier une adaptation particulière. Dans cet esprit, l'on prévoira la purge systématique de toute surépaisseur de remblais trop hétérogènes qui pourraient subsister sous l'emprise des fondations.

Entre les bases de fondations voisines établies à des cotes différentes, l'on respectera une pente au plus égale à 3/2 (3 à l'horizontale).

Une condition de ce type sera également vérifiée pour les fondations se trouvant à proximité d'un talus ou d'un ouvrage existant.

### III.5 – Terrassements

Les préconisations relatives aux terrassements en déblais dépendront bien entendu des caractéristiques du projet et de son adaptation au sol.

Nous mentionnerons la possibilité de réaliser des terrassements de manière classique avec des talus périphériques de pentes n'excédant pas 35° sous l'horizontale et éventuellement optimiser à 45° pour des durées d'ouvertures n'excédant pas quelques semaines et avec une protection effective par polyane résistant solidement fixé en tête et en pied jusqu'au niveau de la nappe en écoulement.

Au-delà, les terrassements qui intercepteraient les circulations d'eau souterraines rattachées à cette nappe, devraient être réalisées à l'abri d'un ouvrage de soutènement provisoire de type paroi moulée, pieu sécant ou éventuellement de type palplanche.

Ces ouvrages de soutènement provisoires devront être stabilisés au fur et à mesure de l'avancement des terrassements, de préférence par des systèmes de butonnage interne compte tenu des épaisseurs importantes de terrains de couverture qui ne permettront pas la mise en œuvre aisée de tirants d'ancrage.

En phase définitive les efforts de poussée seront repris par les éléments d'infrastructure du bâtiment formant soutènement.

### III.6 – Drainage et protection des sous-sols

Les dispositions relatives au drainage et à la protection des sous-sols dépendront de l'adaptation au sol du projet et des résultats du suivi piézométrique.

Il semble toutefois très probable qu'un système de reprise des sous pressions hydrostatiques soit nécessaire avec un niveau de protection adaptée à l'utilisation des locaux, dès lors que le projet intéressera le niveau de la nappe en écoulement qui semble se situer dès 3,00 m à 4,00 m de profondeur.

### III.7 – Règles parasismiques

Nous rappelons que la commune de MARSEILLE se situe dans une zone de sismicité 2, selon la réglementation actuelle.

L'application de l'Eurocode 8 conduit à classer les sols d'assise du projet dans la catégorie « A ».

Ce rapport doit être considéré comme un tout premier document de travail, dont les conclusions devront bien entendu être précisées d'une part en fonction des résultats des essais en laboratoire et du suivi piézométrique, mais également dans le cadre d'une mission de type géotechnique de conception de type G2 dès lors que le projet aura pris sa forme définitive.

Aix en Provence, le 17 avril 2020



Vincent SUMIAN

**IV – ANNEXES**

COUPE DU FORAGE CAROTTE D20-0051 F1

DIAGRAMME DU FORAGE DESTRUCTIF D20-0051 FD/F1 REALISE EN  
PROLONGEMENT DU CAROTTAGE

GRAPHIQUES DES ESSAIS DE PENETRATION STATIQUE LOURDE D20-0051  
P1 A P5

PLAN D'IMPLANTATION SUR FOND DE PLAN DE MASSE D20-0051





# SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE  
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

## MARSEILLE

ANGLE AVENUE DES AYGALES  
ET BOULEVARD DU CAPITAINE GEZE  
OPERATION MARSEILLE THEODORA

X:  
Y: N° : D20-0051  
Z: 15.70 m Date : 16/03/2020

## FORAGE CAROTTE

# F1

+ Piézo.

Profondeur : 10 m

FB/GM

Altitude (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Planche Photographique	Récupération (%)			RQD (%)			Observations	Tu bage (m)	Equipement	Outil de Forage
				0	50	100	0	50	100				
15.70	0.00	Enrobé								eau à 3m70	Piézomètre Ø60 descendu à 9,60m, crépiné sur 3m à partir de 6m, avec boîtier		
		Remblai limono-graveleux gris-noir											
14.70	1.00	Limons sableux mou, noir (remblai)											
		Remblai limoneux consistant, graveleux gris		EI	1.70-1.80								
13.70	2.00												
12.70	3.00	Limons argileux compact, légèrement sableux, quelques petits morceaux de brique											
11.70	4.00												
10.70	5.00			EI	5.00-5.50								
9.70	6.00												
8.70	7.00	Limons sableux, graveleux, quelques galets											
7.70	8.00												
6.70	9.00												
5.70	10.00								prolongé en forage destructif jusqu'à 17m54				
4.70	11.00												
3.70	12.00												
2.70	13.00												
1.70	14.00												
0.70	15.00												
-0.30	16.00												
-1.30	17.00												
-2.30	18.00												
-3.30	19.00												
-4.30	20.00												



# SOL-ESSAIS

460 avenue Jean Perrin - 13290 AIX EN PROVENCE  
Tél: 0442397485 - Fax: 0442397391 - Email: aix@sol-essais.fr

## MARSEILLE

ANGLE AVENUE DES AYGALADES  
ET BOULEVARD DU CAPITAINE GEZE  
OPERATION MARSEILLE THEODORA

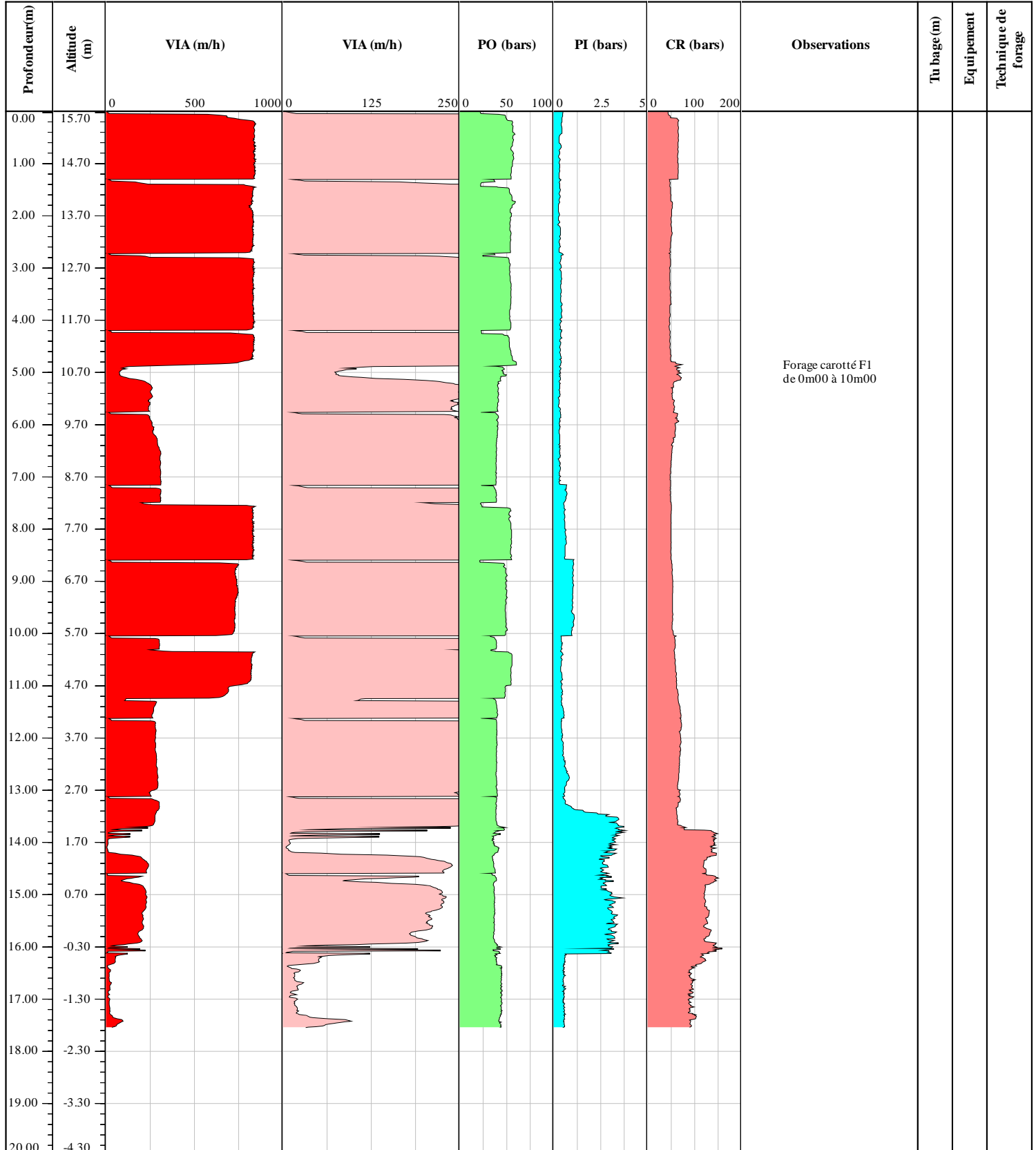
## FORAGE DESTRUCTIF

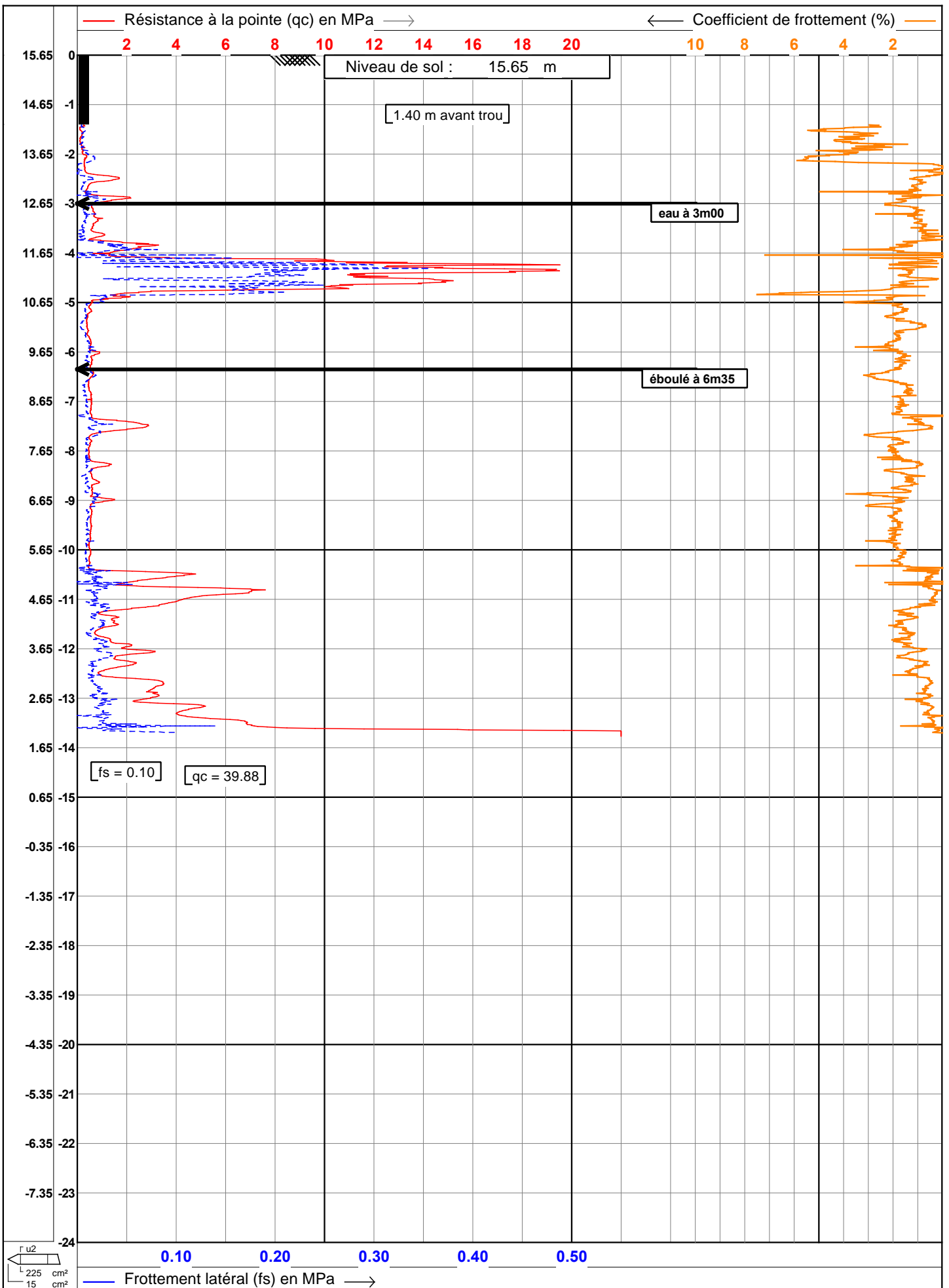
# FD/F1

X:  
Y: N° : D20-0051  
Z: 15.70 m Date : 16/03/2020

Profondeur : 17.54 m

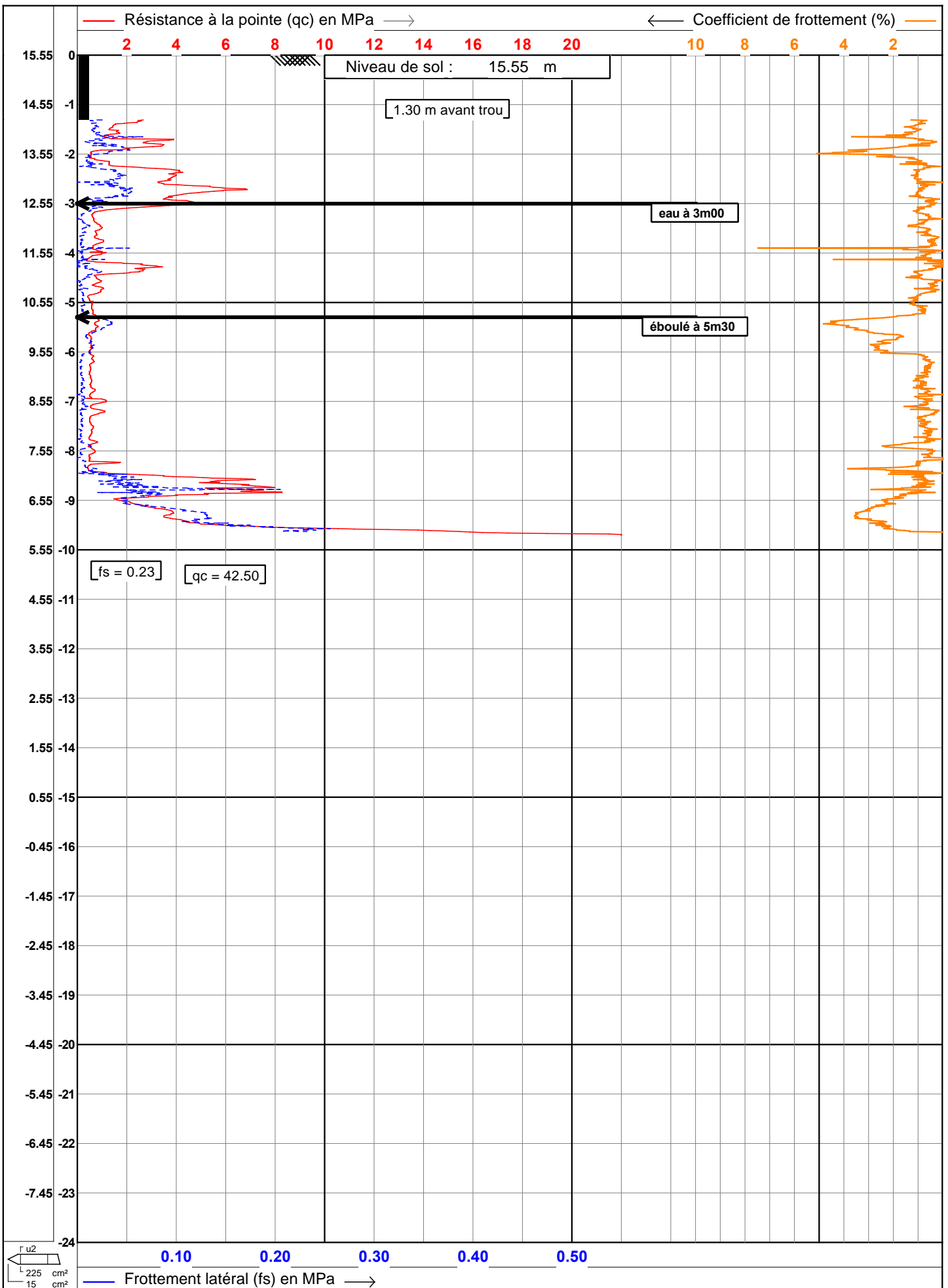
GM le 25/03/20





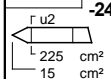
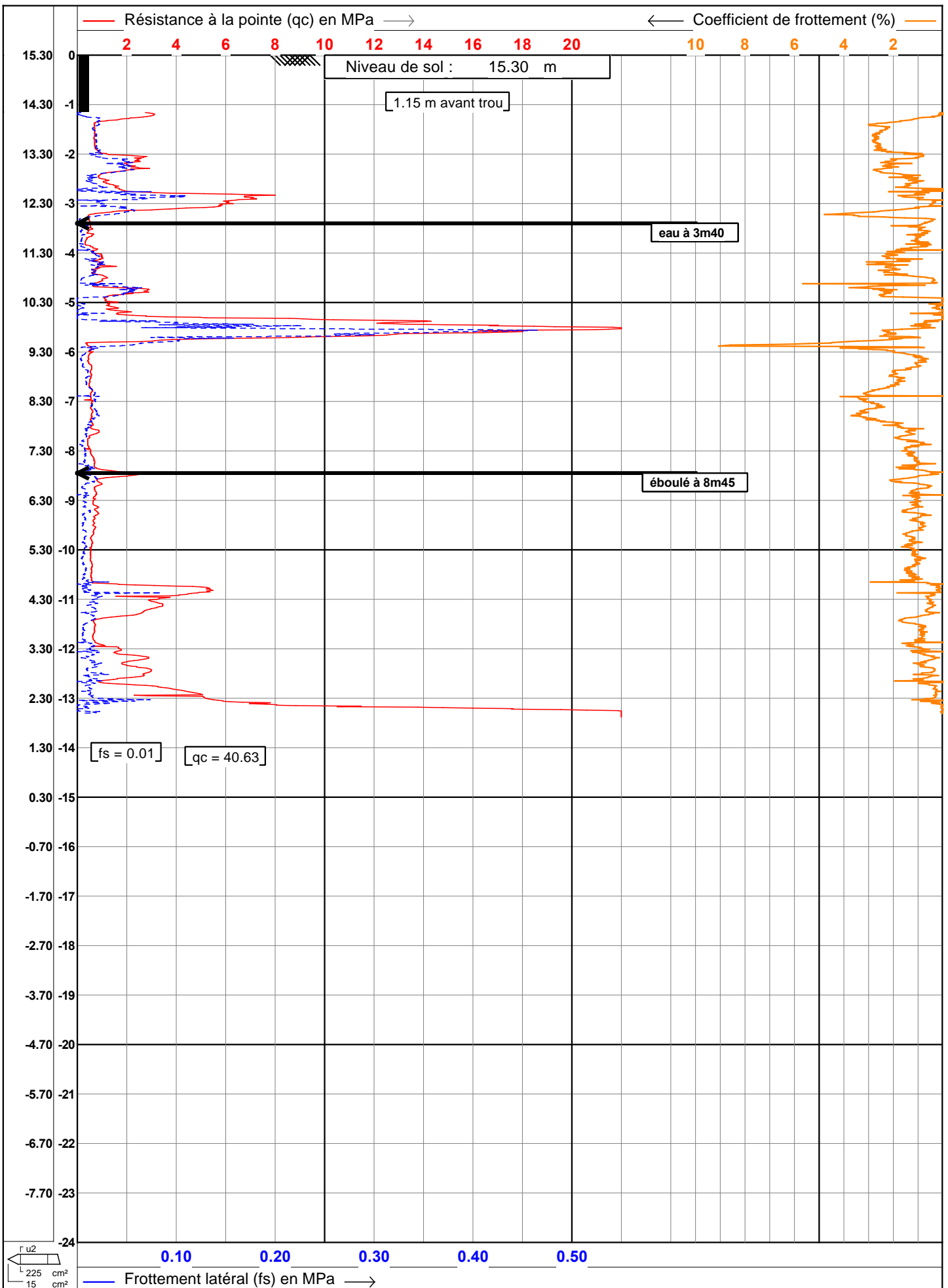
Projet : **Av. des AYGALADES et Bd du Capt. GEZE**  
 Nom du site : **MARSEILLE - Op. MARSEILLE THEODORA**

Date	: 16-3-2020
No. de cône	: DP15-CFPTxy.71042
No. de projet	: D20-0051
No. d'essai	: P1



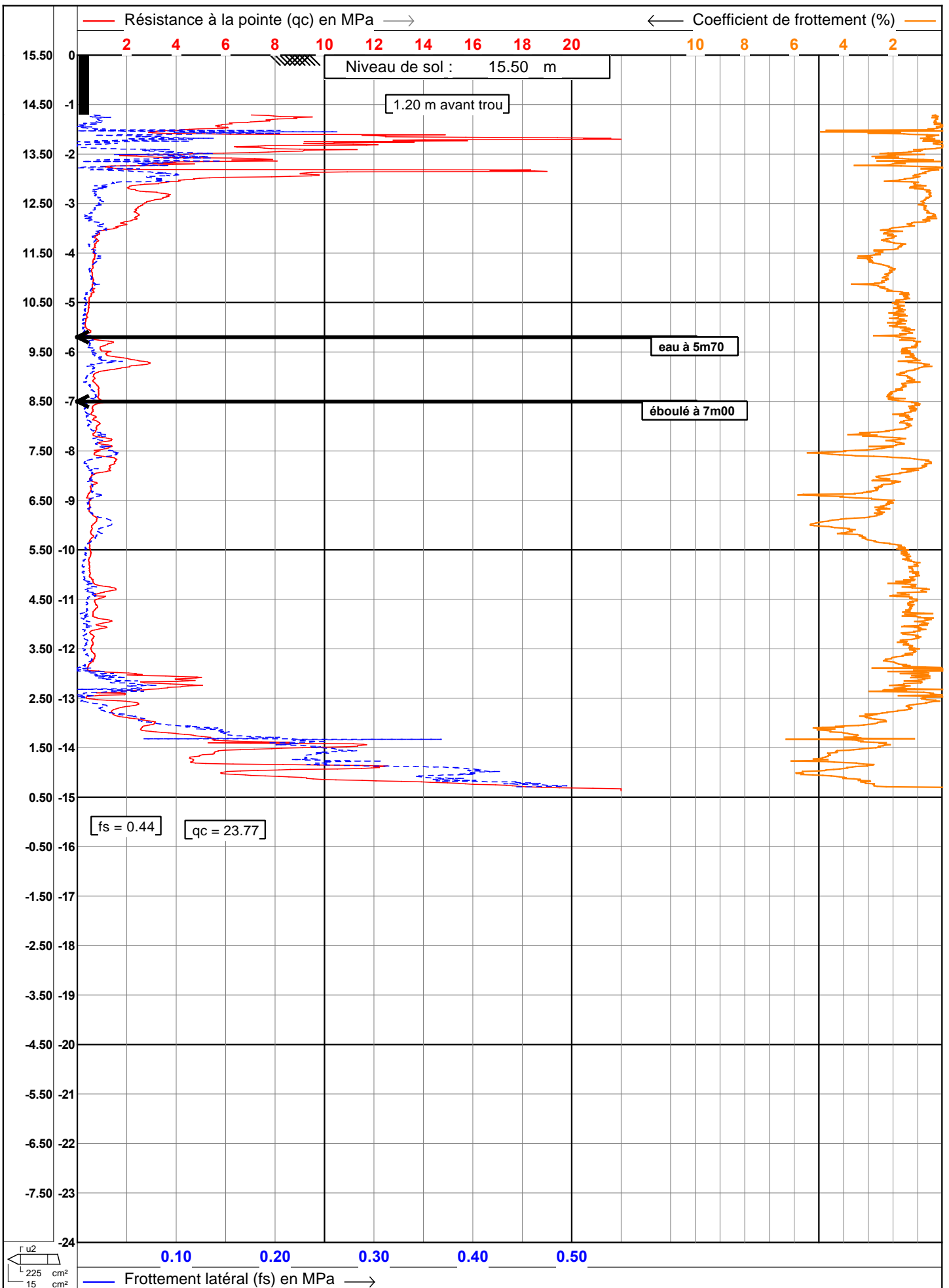
Projet : **Av. des AYGALADES et Bd du Capt. GEZE**  
 Nom du site : **MARSEILLE - Op. MARSEILLE THEODORA**

Date	: 16-3-2020
No. de cône	: DP15-CFPTxy.71042
No. de projet	: D20-0051
No. d'essai	: P2



Projet : **Av. des AYGALADES et Bd du Capt. GEZE**  
 Nom du site : **MARSEILLE - Op. MARSEILLE THEODORA**

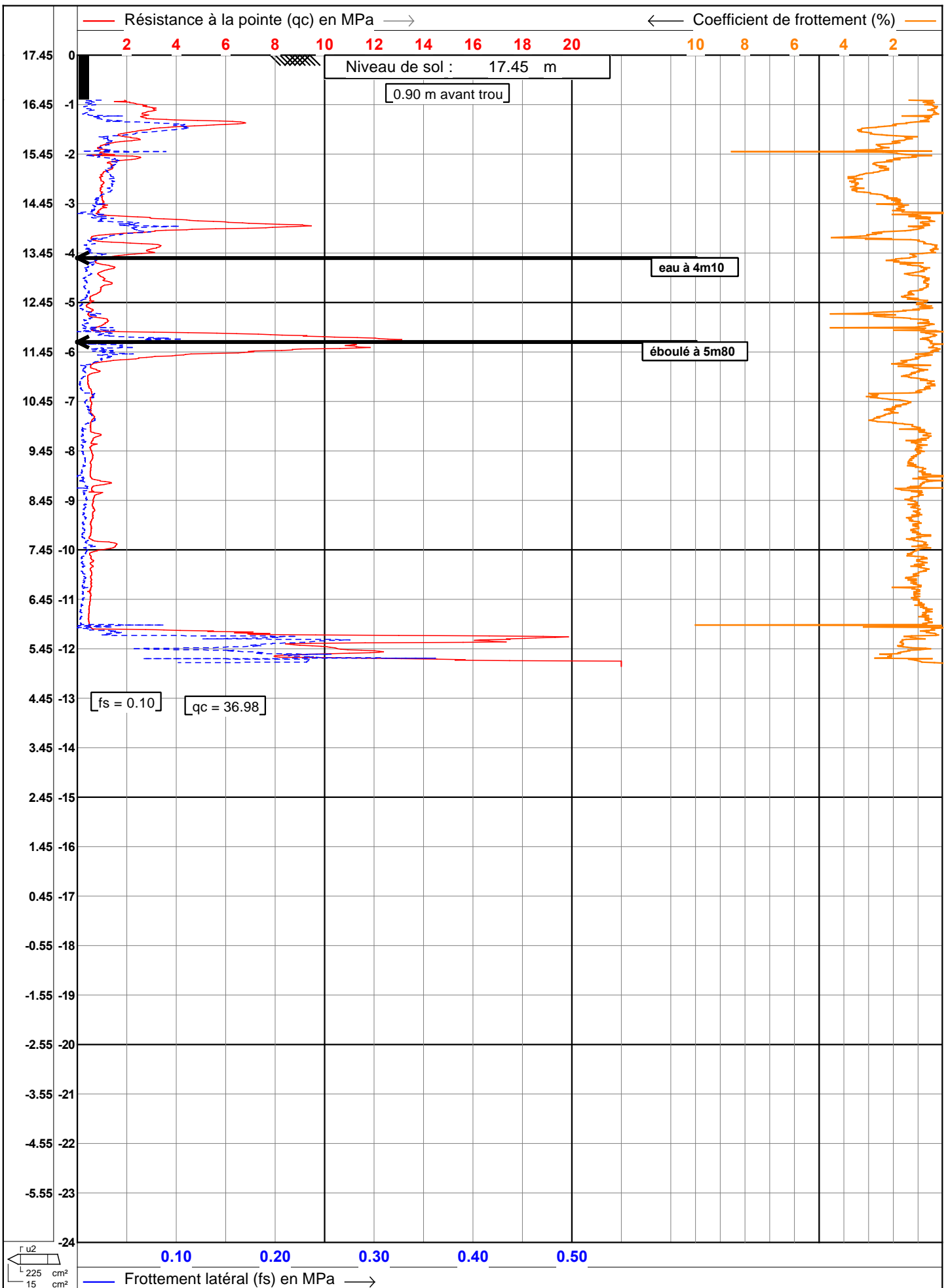
Date	: 16-3-2020
No. de cône	: DP15-CFPTxy.71042
No. de projet	: D20-0051
No. d'essai	: P3



Projet : **Av. des AYGALADES et Bd du Capt. GEZE**  
 Nom du site : **MARSEILLE - Op. MARSEILLE THEODORA**

Date	: 16-3-2020
No. de cône	: DP15-CFPTxy.71042
No. de projet	: D20-0051
No. d'essai	: P4

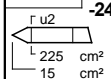
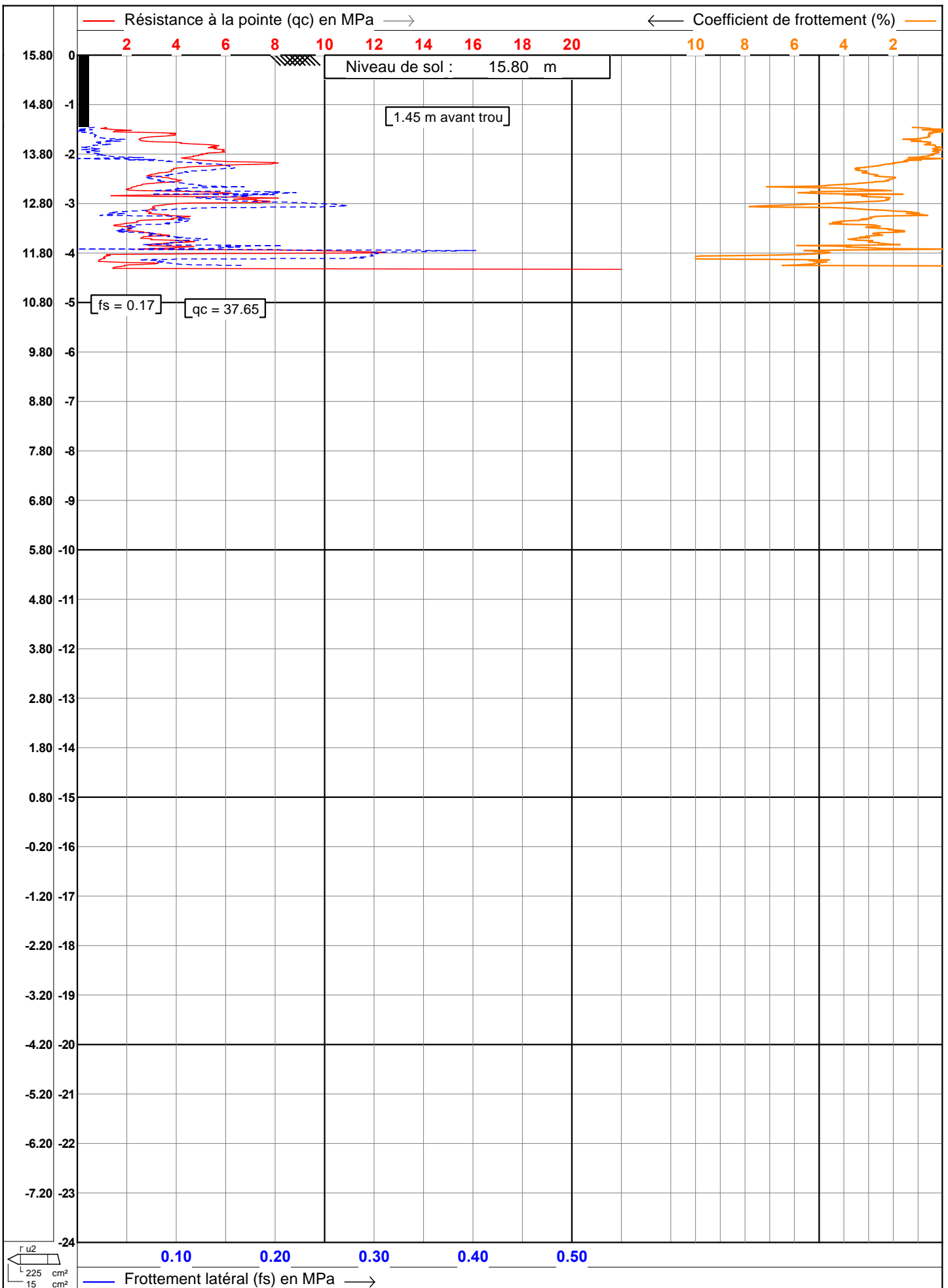
1/1



Projet : **Av. des AYGALADES et Bd du Capt. GEZE**  
 Nom du site : **MARSEILLE - Op. MARSEILLE THEODORA**

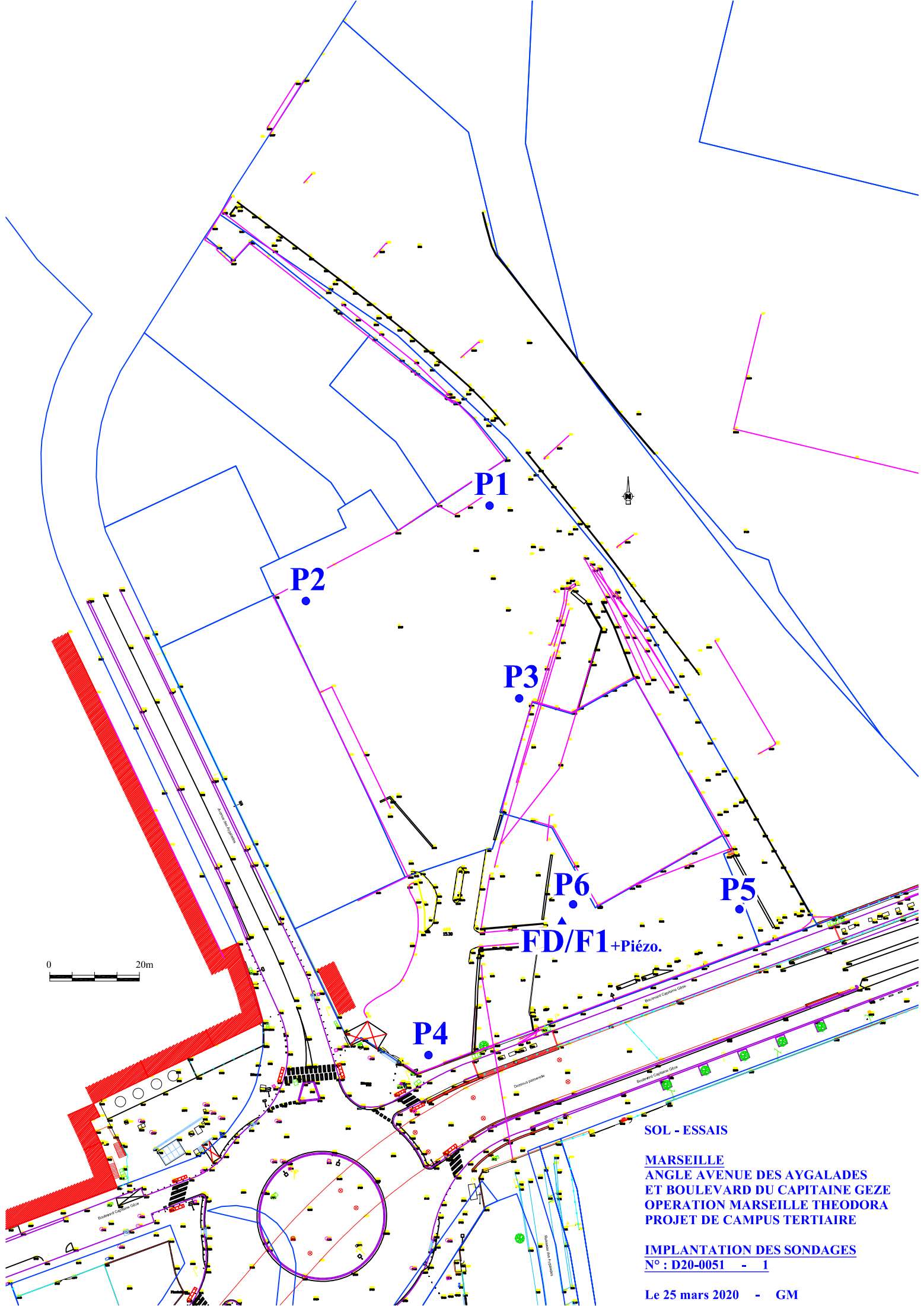
Date : **16-3-2020**  
 No. de cône : **DP15-CFPTxy.71042**  
 No. de projet : **D20-0051**  
 No. d'essai : **P5**





Projet : **Av. des AYGALADES et Bd du Capt. GEZE**  
 Nom du site : **MARSEILLE - Op. MARSEILLE THEODORA**

Date	: 16-3-2020
No. de cône	: DP15-CFPTxy.71042
No. de projet	: D20-0051
No. d'essai	: P6



P1

P2

P3

P6

P5

FD/F1+Piézo.

P4



SOL - ESSAIS

MARSEILLE  
 ANGLE AVENUE DES AYGALES  
 ET BOULEVARD DU CAPITAINE GEZE  
 OPERATION MARSEILLE THEODORA  
 PROJET DE CAMPUS TERTIAIRE

IMPLANTATION DES SONDES  
 N° : D20-0051 - 1

Le 25 mars 2020 - GM

## ANNEXE 2 : EXTRAITS DU REGLEMENT DU PPRI DES AYGALESDES





PRÉFET DES  
BOUCHES-DU-RHÔNE  
Direction départementale  
des Territoires et de la Mer.

Approuvé le  
21 juin 2019

# PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES (P.P.R.) INONDATION

## AYGALADES

## SUR LA COMMUNE DE MARSEILLE

(Article L.562-1 du code de  
l'Environnement)

### **- 2 - RÈGLEMENT**



## sommaire

1. LEXIQUE.....	4
2. DISPOSITIONS GÉNÉRALES ET EFFETS DU PPR.....	13
ARTICLE 4 : DÉFINITION DES NIVEAUX D'ALÉA ET DES COTES PHE :.....	16
ARTICLE 5 : RECONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT DÉTRUIT PAR UN SINISTRE :.....	16
3. RÈGLES APPLICABLES AUX PROJETS.....	19
TITRE 1 ZONE BLEU FONCÉ.....	20
TITRE 2 ZONE BLEU CLAIR.....	28
TITRE 3 ZONE ROUGE.....	36
TITRE 4 ZONE VIOLETTE.....	45
4. RÈGLES APPLICABLES AUX CONSTRUCTIONS EXISTANTES.....	47
5. MESURES DE PRÉVENTION, DE PROTECTION ET DE SAUVEGARDE.....	50
6. ANNEXE.....	52



## 1. Lexique

Le lexique définit les termes ci-dessous **au sens du présent PPRi**. Les termes identifiés dans le corps du règlement par une \* renvoient à un terme défini ci-dessous.

**Abri ouvert** : structure, couverte ou non, ayant au moins une façade ouverte et ne soustrayant de fait aucun volume à la zone inondable.

**Aire de stationnement collective** : les aires de stationnement ouvertes au public, les dépôts de véhicules susceptibles d'accueillir a minima 10 unités. Les délaissés routiers en bord ne sont pas concernés.

**Aléa** : probabilité d'apparition d'un phénomène naturel, d'intensité et d'occurrence données, sur un territoire donné. L'aléa est qualifié de résiduel, modéré ou fort (voire très fort) en fonction de plusieurs facteurs : hauteur d'eau, vitesse d'écoulement, temps de submersion, délai de survenance. Ces facteurs sont qualifiés par rapport à l'événement de référence.

**Annexe** : dépendance contiguë ou séparée d'un bâtiment principal, ayant la fonction de local technique, abri de jardin, appentis, sanitaires, etc... Les garages, réglementés par ailleurs, ne sont pas considérés comme des annexes.

**Bassin versant** : territoire drainé par un cours d'eau et ses affluents.

**Batardeau** : barrière anti-inondation amovible.

**Bâtiment détruit par l'effet d'une crue** : est considéré comme détruit par l'effet d'une crue un bâtiment qui n'a plus de toit et dont au moins un mur porteur s'est écroulé du fait des dégâts causés par la crue. Un bâtiment qui nécessiterait la réparation de dégâts causés par une inondation, autre que ceux cités ci-dessus, n'est pas considéré comme un bâtiment détruit.

**Champ d'expansion de crue** : secteur non urbanisé ou peu urbanisé situé en zone inondable et participant naturellement au stockage et à l'expansion des volumes d'eau débordés.

**Changement d'affectation** : création de surface de plancher sur une emprise au sol existante, qui concerne la partie d'un bâtiment dont la destination principale n'est pas modifiée (par exemple : dans une maison individuelle, transformation du garage en chambre à coucher).

**Constructions / bâtiments à usage d'activité** : Les constructions à usage d'activité désignent l'ensemble des constructions à l'exclusion de celles à destination de l'habitation, d'établissements sensibles, et de bâtiments nécessaires à la gestion de crise. Un établissement recevant du public (ERP) peut donc dans certains cas être un bâtiment à usage d'activité.

**Cote NGF** : niveau altimétrique d'un terrain ou d'un niveau de submersion, ramené au Nivellement Général de la France (IGN69).

**Cote PHE** (cote des plus hautes eaux) : cote NGF atteinte par la crue de référence. Cette cote est indiquée dans la plupart des cas sur les plans de zonage réglementaire. Entre deux valeurs, la détermination de cette cote au point considéré pourra faire par interpolation linéaire, par exemple entre les valeurs de deux profils amont et aval. Ces cotes permettent de caler les niveaux de planchers aménagés mais ne sauraient remettre en cause le zonage retenu sur le terrain au regard d'une altimétrie du secteur. La cote de réalisation imposée (par exemple PHE + 20 cm) constitue un minimum.

**Cote (terrain naturel) :** cote NGF du terrain naturel sans remaniement préalable apporté avant travaux, avant projet.

**Crue :** période de hautes eaux.

**Crue de référence ou aléa de référence:** On considère comme crue de référence la crue centennale calculée ou bien la crue historique si son débit est supérieur au débit calculé de la crue centennale.

**Crue centennale :** crue statistique, qui a une chance sur 100 de se produire chaque année.

**Crue exceptionnelle :** crue modélisée, d'occurrence très supérieure à la crue centennale. Dans le cas du bassin versant des Aygalades, elle a été déterminée par doublement des apports hydrologiques de la crue centennale.

**Crue historique :** crue connue par le passé.

**Diagnostic de vulnérabilité :** Le diagnostic de vulnérabilité est réalisé par un bureau d'études compétent en la matière et vise à définir les moyens nécessaires à mettre en œuvre pour garantir les objectifs hiérarchisés suivants :

- la sécurité de l'ensemble des personnes accueillies,
- la réduction globale de la vulnérabilité des biens exposés au risque,
- la limitation des impacts sur l'environnement en cas de sinistre,
- la continuité d'activité ou le retour rapide à la normale après une inondation.

Pour cela, il s'attache notamment à :

- identifier les facteurs de vulnérabilité des installations (ouvertures, réseau électrique, chauffage, cloisons, ...),
- définir les travaux, les aménagements et les mesures organisationnelles à mettre en œuvre pour diminuer cette vulnérabilité (techniques sèches, techniques « en eau »,...),
- définir et hiérarchiser différents scénarios d'actions,
- préciser les conditions d'utilisation et d'exploitation optimales pour réduire le risque,
- élaborer des plans de protection en cas de crise.

Les mesures de réduction de vulnérabilité définies par le diagnostic doivent a minima répondre aux objectifs des mesures de mitigation forfaitaires définies dans le présent lexique (cf. définition « mitigation »).

On parle **d'auto-diagnostic** lorsque le diagnostic de vulnérabilité est réalisé par le propriétaire du bâtiment concerné. Dans ce cas, il doit à minima comporter un plan coté du ou des bâtiments sur lequel apparaissent :

- la cote de référence du terrain concerné,
- la cote topographique du terrain naturel,
- la cote topographique des planchers et de l'ensemble des ouvertures.

Dans le cas précis des activités agricoles, un travail spécifique relatif à la réduction de vulnérabilité des exploitations agricoles a été mené dans le cadre du Plan Rhône, qui a abouti à la rédaction de différents outils, guides et brochures, élaborés par l'établissement public Territoire Rhône et les chambres d'agriculture. Ces documents sont disponibles sur le site <http://www.planrhone.fr> (rubrique : Inondations).

**Embâcle :** Les embâcles sont des obstructions d'un cours d'eau formées, le plus souvent, par des branches, des troncs, objets et débris divers. Sont également nommés embâcles les objets et matériaux emportés par les flots, qui participent donc au phénomène d'obstruction.

**Emprise au sol :** projection verticale au sol de la construction (hors balcon, saillies, loggias, et terrasses au niveau du terrain naturel). Les ouvrages nécessaires à l'accès aux planchers calés à la cote (rampes notamment) ne sont pas comptabilisés dans l'emprise au sol.

**Enjeux :** personnes, biens, activités, moyens, patrimoines susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

**Établissement recevant du public (ERP) :** Les ERP sont définis par l'article R. 123.2 du code de la construction et de l'habitation comme étant tous bâtiments, locaux et enceintes dans lesquels des personnes sont admises soit librement, soit moyennant une rétribution ou une participation quelconque ou dans lesquels sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitation payante ou non. Sont considérées comme faisant partie du public toutes les personnes admises dans l'établissement à quelque titre que ce soit en plus du personnel.

Il existe plusieurs catégories d'ERP :

- **1<sup>ère</sup> catégorie :** au-dessus de 1500 personnes,
- **2<sup>ème</sup> catégorie :** de 701 à 1500 personnes,
- **3<sup>ème</sup> catégorie :** de 301 à 700 personnes,
- **4<sup>ème</sup> catégorie :** 300 personnes et en-dessous à l'exception des établissements compris dans la 5<sup>ème</sup> catégorie,
- **5<sup>ème</sup> catégorie :** Établissements faisant l'objet de l'article R. 123.14 du code de la construction et de l'habitation dans lesquels l'effectif public n'atteint pas le chiffre fixé par le règlement de sécurité pour chaque type d'exploitation.

Le présent règlement comprend certaines règles spécifiques aux ERP de grandes catégories (1, 2 et 3) dans la mesure où ils sont susceptibles de drainer un très grand nombre de personnes en zones inondables, ce qui rend très complexes les actions de gestion de crise. Les ERP de catégories 4 et 5 ne sont quant à eux pas visés par des règles particulières. Leur sont appliquées les règles relatives à leur usage (activité, hébergement, établissement sensible, établissement stratégique, etc). A titre d'exemple, un local commercial ERP de catégorie 4 se voit appliquer les règles concernant les « locaux d'activités », alors qu'un hôtel ERP de catégorie 4 se voit appliquer les règles concernant les « locaux d'hébergement ».

**Établissement sensible :** Ensemble des constructions destinées à des publics jeunes, âgés ou dépendants (crèche, halte garderie, établissement scolaire, centre aéré, maison de retraite et résidence-service, établissement spécialisé pour personnes handicapées, hôpital, clinique...), dits publics « sensibles » dans le sens où les dispositifs de gestion de crise à mettre en œuvre pour évacuer leurs occupants en cas de crue sont particulièrement complexes.

**Établissement stratégique :** Ensemble des bâtiments publics nécessaires à la gestion d'une crise, et notamment ceux utiles à la sécurité civile et au maintien de l'ordre public. Ils incluent par exemple les casernes de pompiers, gendarmeries, bureaux de police municipale ou nationale, salles opérationnelles, centres d'exploitation routiers nécessaires à la gestion de crise, etc.

**Extension de construction existante :** Au sens du présent règlement, elle s'entend en continuité et/ou en discontinuité avec les bâtiments déjà existants à la date d'approbation du PPRI, sur l'emprise foncière de la construction existante.

L'extension peut être réalisée par :

- l'*extension de l'emprise au sol*, qui constitue une augmentation de l'emprise au sol existante,
- la *surélévation*, qui consiste en la création d'un niveau supplémentaire sans augmentation de l'emprise au sol.

**Hauteur d'eau :** différence entre de la cote PHE et la cote du terrain naturel.

**Habitat léger de loisir :** cette appellation regroupe :

- **les caravanes :** véhicules terrestres habitables qui sont destinés à une occupation temporaire ou saisonnière à usage de loisir, qui conservent en permanence des moyens de mobilité leur permettant de se déplacer par eux-mêmes ou d'être déplacés par traction et que le code de la route n'interdit pas de faire circuler.
- **les habitations légères de loisirs :** définies à l'article R. 111-37 du code de l'urbanisme comme des « constructions démontables ou transportables, destinées à une occupation temporaire ou saisonnière à usage de loisir ».
- **les résidences mobiles de loisirs** (dits Mobile-homes): véhicules terrestres habitables qui sont destinés à une occupation temporaire ou saisonnière à usage de loisir, qui conservent des moyens de mobilité leur permettant d'être déplacés par traction mais que le code de la route interdit de faire circuler.

**Hébergement :** L'hébergement désigne la fonction de tous les locaux « à sommeil » que sont l'habitation et l'hébergement hôtelier (sauf hôpitaux, maisons de retraite, etc ... qui dans le cadre du présent règlement relèvent des établissements sensibles). Les gîtes et chambres d'hôtes (définies par le code du tourisme) font partie des locaux d'hébergement.

Pour les hôtels, gîtes et chambres d'hôtes, la création d'une chambre ou d'un gîte supplémentaire est considérée comme la création d'un nouvel hébergement. Par contre, la création d'une chambre supplémentaire dans un logement unifamilial n'est pas la création d'un nouvel hébergement.

Les habitations / logements peuvent comprendre des espaces non dédiés à l'hébergement (par exemple un garage).

**Hydrogéomorphologie :** étude du fonctionnement hydraulique d'un cours d'eau par analyse et interprétation de la structure des vallées (photo-interprétation, observations de terrain).

**Inondation :** submersion temporaire, par l'eau, de terres qui ne sont pas submergées en temps normal. Cette notion recouvre les inondations dues aux crues des rivières, des torrents de montagne et des cours d'eau intermittents méditerranéens ainsi que les inondations dues à la mer dans les zones côtières et elle peut exclure les inondations dues aux réseaux d'égouts (source : directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation n°2007/60/CE).

**Infrastructure de transport :** installations permanentes permettant le fonctionnement des systèmes de transport routiers, ferrés, fluviaux, énergétiques ou multimodaux.

**Mitigation** : mise en œuvre de mesures destinées à réduire les dommages associés au risque inondation, afin d'atténuer leur vulnérabilité. Dans le cadre du présent PPRi, les mesures de mitigation à mettre en œuvre sont les suivantes :

- **Équiper** chaque ouvrant situé sous la cote PHE + 20 cm de dispositifs d'étanchéité temporaire dont batardeaux avec une hauteur maximale de 80 cm, colmater définitivement les voies d'eau (fissures, réseaux), rendre étanches les menuiseries et raccords, poser un clapet anti-retour sur la canalisation de sortie des eaux usées, etc.
- **Constituer** de matériaux insensibles à l'eau les parties d'ouvrages (menuiseries, cloisons, vantaux, revêtements de sols et murs, isolations thermiques et phoniques, etc.) situées au-dessous de la cote PHE + 20 cm,
- **Placer** hors d'eau les **équipements et réseaux sensibles à l'eau** :
  - protéger les équipements de génie climatique, mettre hors d'eau les tableaux de répartitions et coffrets, séparer les réseaux électriques desservant les niveaux exposés et ceux situés au-dessus de la cote PHE + 20 cm, distribuer l'électricité en parapluie à partir du plafond, surélever les prises électriques hors d'eau ou à 1,20 m du plancher, etc.
  - **placer** tout **stockage**, tout matériel et matériau sensibles au-dessus de la cote PHE + 20 cm

**Modification de construction** : transformation de tout ou partie d'une construction existante, sans augmentation d'emprise, de surface ou de volume (qui relèverait de l'extension), avec ou sans changement de destination.

**NGF** : Nivellement Général de la France. Il s'agit du réseau de nivellement officiel en France métropolitaine.

**Occupation humaine limitée** : Une construction, une installation, un espace est considéré comme accueillant une occupation humaine limitée lorsque aucune personne n'y réside ou n'y est affectée à un poste de travail permanent. En particulier, sont exclus de ces espaces les locaux d'hébergements et les bureaux. La présence de personnel dans ces espaces doit être temporaire et ne peut être justifiée que par la mise en œuvre des actions de maintenance, de gestion et de suivi nécessaires au fonctionnement de l'activité qui y aura préalablement été autorisée.

**Ouvrant** : surface par laquelle l'eau peut s'introduire dans un bâtiment (porte, fenêtre, baie-vitrée...).

**PCS** : Il s'agit du Plan Communal de Sauvegarde prévu et défini par le décret n°2005-1156 du 13 septembre 2005 pris en application de l'article 13 de la loi du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile.

**Plancher aménagé** : ensemble des surfaces habitables ou aménagées où s'exerce une activité quelle que soit sa nature. A titre d'exemple, la dalle constituant la partie inférieure d'un vide sanitaire n'est pas considérée comme un plancher aménagé.

**Prévention** : ensemble des dispositions à mettre en œuvre pour empêcher, sinon réduire, l'impact d'un phénomène naturel prévisible sur les personnes et les biens.

**Projet** : tout aménagement, installation ou construction nouveaux, incluant les extensions, mais également les projets d'intervention sur l'existant tels que les modifications ou les changements de destination.

**Plan de gestion de crise** : L'objectif du plan de gestion de crise d'un site ou d'un établissement est de définir et de formaliser l'ensemble des procédures à mettre en œuvre en cas de danger afin d'assurer :

- l'information des usagers,
- l'alerte et l'évacuation du site,
- la fermeture anticipée de l'établissement,
- la mise en sécurité des personnes,
- la limitation des dommages aux biens,

L'ensemble des mesures est établi en lien avec le Plan Communal de Sauvegarde.

**Reconstruction** : correspond à la démolition (involontaire dans le cas d'un sinistre ou volontaire dans le cas d'une opération de démolition/reconstruction) et la réédification consécutive d'un bâtiment. La demande de permis de démolir, s'il y a lieu, doit être concomitante avec la demande de construire.

**Remblai** : exhaussement du sol par apport de matériaux.

**Risque d'inondation** : combinaison de la probabilité d'une inondation [*aléa*] et des conséquences négatives potentielles pour la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique [*enjeux*] associées à une inondation (source : directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation n°2007/60/CE).

**Sous-sol** : Il s'agit de la partie de la construction aménagée au-dessous du terrain naturel.

**Transparence** : Dans le présent règlement désigne la transparence hydraulique, c'est-à-dire le fait de ne pas faire obstacle au libre écoulement des eaux.

**Vulnérabilité** : conséquences potentielles de l'impact d'un aléa sur des enjeux (populations, bâtiments, infrastructures, etc.) ; notion indispensable en gestion de crise déterminant les réactions probables des populations, leurs capacités à faire face à la crise, les nécessités d'évacuation, etc. Le présent règlement fait à de nombreuses reprises référence à l'augmentation ou à la diminution de vulnérabilité. De cette notion, le présent règlement décline deux aspects distincts :

- la **vulnérabilité structurelle** : elle désigne la vulnérabilité d'un bien (construction, installation, ouvrage) ou d'un projet, liée à sa conception, sa construction, son organisation. Il est entre autre possible de la diminuer en mettant en place les mesures de mitigation définies par le présent règlement, ou les mesures définies par un diagnostic de vulnérabilité propre au projet.
- la **vulnérabilité d'usage** qui est définie dans une fiche dédiée, en fin de lexique.

**Zone refuge** : Une zone refuge est un espace permettant aux occupants du bâtiment de se mettre à l'abri dans l'attente de l'arrivée des secours ou de la fin de l'inondation dans de bonnes conditions de sécurité. Elle doit être située au moins 0,20 m au-dessus de la cote de référence. Elle doit être facilement accessible de l'intérieur (unité fonctionnelle) et présenter une issue de secours aisément accessible de l'extérieur pour permettre l'intervention des services de secours et l'évacuation des personnes. Elle doit présenter des conditions de sécurité satisfaisantes et sa conception doit permettre aux personnes de se manifester auprès des équipes de secours.

Dans les cas d'un bâtiment composé de plusieurs étages (logement collectif, bâtiment mixte composé d'activité en rez-de-chaussé et de logements dans les étages, etc.), les parties communes accessibles depuis l'intérieur du bâtiment et situées au-dessus de la cote PHE + 20 cm peuvent constituer une zone refuge\* pour les logements et les activités situés en rez-de-chaussée.

La surface minimale réglementaire d'une zone refuge diffère selon la nature de la construction :

- à usage d'habitation, cette surface est de 6 m<sup>2</sup> au minimum, augmentée de 1 m<sup>2</sup> par occupant potentiel au delà des 6 premiers occupants,
- à usage d'activité, ou s'agissant de bâtiments utiles à la gestion de crise, la surface réglementaire est calculée en fonction de la capacité d'accueil des locaux à raison de 1 m<sup>2</sup> par personne. Si le gestionnaire possède un plan d'évacuation (type Plan Particulier de Mise en Sécurité) corrélé au système d'alerte du Plan Communal de Sauvegarde (PCS), cette surface de la zone refuge peut être calculée en fonction du personnel de l'établissement. Dans ce cas, une attestation doit être jointe au permis et visée par le Maire,
- à usage d'établissements sensibles, la surface réglementaire est calculée en fonction de la capacité d'accueil des locaux à raison de 1 m<sup>2</sup> par personne.

Un étage ou des combles aménagés peuvent tout à fait faire office de zones refuges.

Lorsque la réalisation d'une zone refuge sur un bien existant est une mesure rendue obligatoire par le présent règlement, elle donne droit à une subvention par le Fonds Barnier (cf 6.3). Dans ce cas, seule la surface minimale réglementaire donne droit à la subvention. La réalisation d'une zone refuge s'étudie indépendamment de la réalisation de l'extension par sur-élévation d'une construction existante, réglementée par ailleurs.



## DÉFINITION DE LA VULNÉRABILITÉ D'USAGE

L'article R. 151-27 du Code de l'Urbanisme distingue cinq classes de constructions. Chacune de ces classes est divisée en sous-destinations :

- l'habitation : logement, hébergement.
- le commerce et les activités de service : artisanat et commerce de détail, restauration, commerce de gros, activités de services où s'effectue l'accueil d'une clientèle, hébergement hôtelier et touristique, cinéma.
- l'exploitation agricole ou forestière : exploitation agricole, exploitation forestière.
- les équipements d'intérêt collectif et services publics : locaux et bureaux accueillant du public des administrations publiques et assimilés, locaux techniques et industriels des administrations publiques et assimilés, établissements d'enseignement, de santé et d'action sociale, salles d'art et de spectacles, équipements sportifs, autres équipements recevant du public.
- les autres activités des secteurs secondaires ou tertiaires : industrie, entrepôt, bureau, centre de congrès et d'exposition.

Ces classes de sous-destination ont été regroupées ici en fonction de leur vulnérabilité (B, C, D). A été intercalée une catégorie de vulnérabilité spécifique (A) pour les *établissements stratégiques* ou *sensibles*.

**A/ établissements sensibles et établissements stratégiques.**

**B/ locaux d'hébergement**, qui regroupent les locaux « à sommeil » : logement, hébergement, hébergement hôtelier et touristique, sauf hôpitaux, maisons de retraite... visés au A/. Cette notion correspond à tout l'établissement ou toute la construction, et non aux seules pièces à sommeil. Gîtes et chambres d'hôtes (définies par le code du tourisme) font partie des *locaux d'hébergement*. Pour les hôtels, gîtes et chambres d'hôtes, la création d'une chambre ou d'un gîte supplémentaire est considérée comme la création d'un nouvel hébergement.

**C/ locaux d'activités** : artisanat et commerce de détail, restauration, commerce de gros, activités de services où s'effectue l'accueil d'une clientèle, cinéma, industrie, bureau, centre de congrès et d'exposition hors hébergement.

**D/ locaux de stockage** : entrepôt, exploitation agricole ou forestière hors hébergement.

**Tout bâtiment rentre donc dans l'une de ces quatre catégories.** Les constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif (gymnase, piscine publique, école, mairie, services techniques, caserne, etc.) sont rattachées aux catégories de locaux correspondants (par exemple, les crèches et bâtiments scolaires sont des établissements recevant des populations vulnérables, les casernes et services techniques relèvent des *établissements stratégiques*, les gymnases et piscines publiques appartiennent aux locaux d'activité).

(Il est utile de noter que le fait qu'une construction soit un ERP n'intervient pas dans cette catégorisation)

La hiérarchie suivante, par ordre décroissant de vulnérabilité, permet de définir l'échelle de **vulnérabilité d'usage**:  $A > B > C > D$ .

**Augmentation de la vulnérabilité d'usage :** le règlement indique que certains travaux sont admis « sous réserve de ne pas augmenter la vulnérabilité d'usage ». Sera considéré comme augmentation de la vulnérabilité d'usage un changement de destination ou une démolition/reconstruction induisant une augmentation de la catégorie de vulnérabilité ou la transformation d'un logement en plusieurs logements.



Par exemple, la transformation d'une remise en commerce, d'un bureau en habitation vont dans le sens de l'augmentation de la vulnérabilité d'usage, tandis que la transformation d'un logement en commerce réduit cette vulnérabilité d'usage.

A noter :

- ✓ Au regard de la vulnérabilité, un hôtel, qui prévoit un hébergement, est comparable à l'habitation, tandis qu'un restaurant relève de l'activité type commerce.
- ✓ Bien que ne changeant pas de catégorie de vulnérabilité (B), la transformation d'un logement en plusieurs logements accroît la vulnérabilité.

## 2. Dispositions générales et effets du PPR

### **Titre 1. Dispositions générales**

#### **Article 1 : Cadre réglementaire :**

Les articles L.562-1 à L.562-9 du Code de l'Environnement sont applicables aux plans de prévention des risques naturels (PPRn). Ces articles codifient les dispositions de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987, relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques naturels majeurs, elle-même modifiée par la loi n°95-101 du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement et par la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile.

La loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et la réparation des dommages vient renforcer la concertation et l'information du public ainsi que la prévention des risques à la source. Elle tend à accroître la maîtrise de l'urbanisation dans les zones à risques et permet de mieux garantir l'indemnisation des victimes.

Le titre V de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite Loi Grenelle 2, est venu modifier certaines dispositions applicables aux PPRn. Les articles R. 562-1 à R. 562-10 du Code de l'environnement précisent les modalités d'application de ces nouvelles dispositions.

Le Plan de Prévention des Risques naturels pour les inondations (PPRi) sur la commune de Marseille a été prescrit par arrêté du 26 janvier 2015 et prorogé le 16 janvier 2018 par Monsieur le Préfet des Bouches-du-Rhône.

#### **Article 2 : Champ d'application territorial :**

Ce PPRi s'applique sur une partie du territoire de la commune de Marseille et détermine selon les différentes zones du zonage réglementaire les prescriptions à mettre en œuvre contre le risque d'inondation provoqué par des crues des Aygalades et de ses principaux affluents.

#### **Article 3 : Objectifs majeurs du PPRi et principes de zonage :**

Le PPRi détermine les mesures de prévention à mettre en œuvre pour le risque naturel prévisible inondation, afin de :

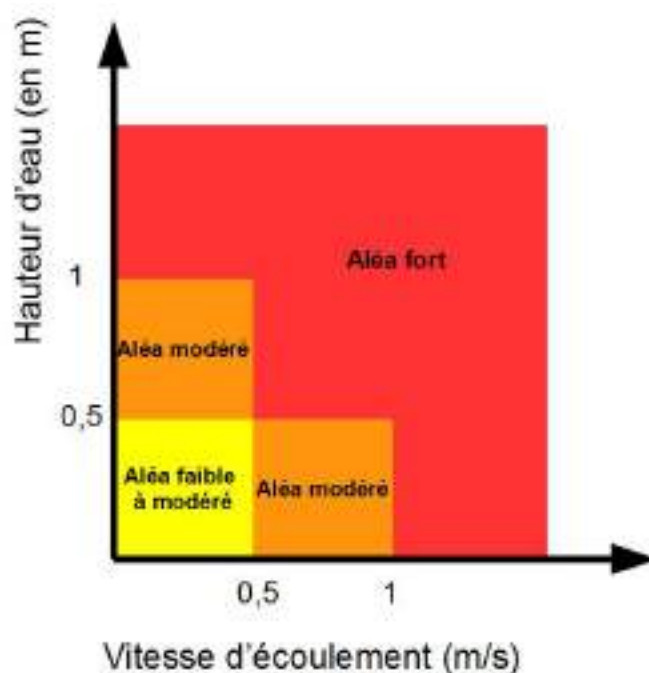
- Préserver les vies humaines,
- Réduire la vulnérabilité globale des biens et le coût des dommages,
- Faciliter la gestion de crise et le retour à la normale après la crue,

En application des textes mentionnés ci-dessus, le présent règlement fixe les dispositions applicables:

- aux biens et activités existants,
- à l'implantation de toute construction ou installation,
- à l'exécution de tous travaux,
- à l'exercice de toute activité.

Le zonage réglementaire des PPRi est élaboré, d'une part, en application des textes et des principes précédemment évoqués et, d'autre part, par analyse du contexte local. Il résulte du croisement de deux variables principales que sont (cf. rapport de présentation) :

- La caractérisation de l'**aléa** qui résulte de l'inondation due aux débordements des Aygalades et de ses affluents, et qui est fonction de :
  - la probabilité d'occurrence de la crue qui amène à distinguer :
    - l'**enveloppe de la crue de référence** qui représente l'enveloppe maximale des inondations pour un événement d'occurrence centennale. Dans cette zone est définie la **cote PHE** (Plus Hautes Eaux), qui correspond au niveau d'eau maximal atteint par la crue de référence (cf. lexique).
    - la zone dite d'« **aléa résiduel** » qui correspond à la zone comprise entre l'enveloppe de la crue de référence et la crue exceptionnelle.
  - l'intensité de l'aléa résultant du croisement entre les valeurs de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement selon la grille de croisement suivante :



**Les enjeux**, qui représentent la constitution du territoire à la date d’approbation du PPRi. Ils traduisent le mode d’occupation du sol et comprennent :

- les espaces urbanisés au sein desquels on trouve : les centres urbains (**CU**) qui se caractérisent notamment par leur histoire, une occupation du sol de fait importante, une continuité bâtie et une mixité des usages entre logements, commerces et services,
- les autres zones urbanisées (**AZU**), résidentielles, industrielles, commerciales ou mixtes, qui ne présentent pas les mêmes caractéristiques d'historicité, de densité, de continuité et de mixité du bâti,
- les zones peu ou pas urbanisées (**ZPPU**) comme les zones naturelles, les terres agricoles, peu bâties, espaces verts, terrains de sport, etc.

Le croisement de ces deux variables permet de définir le risque, et de déterminer le zonage réglementaire selon le tableau suivant :

	ZPPU	zones urbanisées	
		AZU	CU
aléa fort	rouge	rouge	bleu foncé
aléa modéré	rouge	bleu clair	bleu foncé
aléa résiduel	violet	violet	violet

Les tons **bleus** correspondent aux zones où s’applique un **principe général de constructibilité sous condition** :

- la zone **BLEU FONCE** : les secteurs de centre urbain (CU) soumis à un aléa fort ou modéré,
- la zone **BLEU CLAIR** : les secteurs d’Autre Zone Urbanisée (AZU) soumis à un aléa modéré,
- la zone **VIOLETTE** : les secteurs d’aléa résiduel.

La zone **ROUGE** regroupe les secteurs où s’applique un **principe général d’inconstructibilité** (sauf exceptions) : les zones peu ou pas urbanisées (ZPPU) dès lors qu’elles sont inondables pour l’aléa de référence, et les secteurs d’Autre Zone Urbanisée (AZU) soumis à un aléa fort.

Les zones décrites ci-dessus permettent de constituer le zonage réglementaire (pièce 2.1 du dossier) qui est présenté sous forme de cartes au 1/5 000<sup>ème</sup> qui font partie des pièces réglementaires du PPRi.

Sur la commune de Marseille, le zonage réglementaire est constitué de 11 planches au format A3.

#### **Article 4 : Définition des niveaux d'aléa et des cotes PHE :**

Les règles définies par le présent règlement (Chapitre 3 et 4) peuvent faire référence :

- au niveau d'aléa (faible à modéré, modéré et fort),
- à la cote PHE\* (niveau exprimé en mètre NGF).

En tout point des secteurs concernés par le présent règlement, ces deux informations sont disponibles sur les cartes au 1/5000<sup>ème</sup> « Cartographie de l'aléa » et « Cartographie des cotes des plus hautes eaux (PHE) de la crue de référence» (pièce 2.2 du dossier) qui font partie des pièces réglementaires du PPRi.

Sur la commune de Marseille, ces deux jeux de cartes sont constitués de 11 planches au format A3.

#### **Article 5 : Reconstruction d'un bâtiment détruit par un sinistre :**

Dans les conditions de l'article L.111-15 du code de l'urbanisme et conformément à la décision du conseil d'État n° 271270 du 23 février 2005 selon laquelle « *le législateur n'a pas entendu donner le droit de reconstruire un bâtiment dont les occupants seraient exposés à un risque certain et prévisible de nature à mettre gravement en danger leur sécurité. Il en va notamment ainsi lorsque c'est la réalisation d'un tel risque qui a été à l'origine de la destruction du bâtiment pour la reconstruction duquel le permis est demandé* », **la reconstruction à l'identique suite à destruction par inondation sera interdite**, à l'exception des bâtiments protégés au titre du patrimoine. Ce principe est rappelé dans les règles du chapitre 3.

La réparation des dégâts sur les bâtiments occasionnés par d'éventuelles inondations sera donc possible, hormis dans les cas de destruction (plus de toit et au moins un mur porteur écroulé) pour lesquels la reconstruction sera interdite.

**Lorsque la démolition est due à un sinistre autre que l'inondation** (incendie par exemple), le droit à la reconstruction à l'identique n'est pas remis en cause par le présent PPRi. Dans ce cas, la mise en œuvre des mesures de réduction de vulnérabilité définies aux articles « *Concernant les reconstructions de bâtiments existants* » du chapitre 3 sont toutefois vivement recommandées.

## **Titre 2. Effets du Plan de Prévention des Risques**

Le PPRi s'applique sans préjudice de l'application des autres législations et réglementations en vigueur, notamment les Codes de l'Urbanisme, de l'Environnement (en particulier loi sur l'eau, réglementation ICPE), de la Construction et de l'Habitation, Forestier, Rural et le Code général des Collectivités Territoriales, les documents d'urbanisme, les zonages d'assainissement communaux, etc.

Le PPRi approuvé vaut **servitude d'utilité publique** (article L.562-4 du Code de l'Environnement). A ce titre, il doit être annexé au Plan Local d'Urbanisme (PLU) anciennement Plan d'Occupation des Sols (POS), conformément à l'article L.151-43 du Code de l'Urbanisme.

Dans tout le périmètre du PPRi, les conditions ci-après s'imposent aux règles d'urbanisme (PLU, PLUi).

Le règlement et le zonage réglementaire s'imposent à toute personne publique ou privée, même lorsqu'il existe un document d'urbanisme.

Toute demande d'autorisation d'occupation ou d'utilisation du sol dans le périmètre inondable défini par le PPR devra être accompagnée des éléments d'information permettant d'apprécier la conformité du projet aux règles d'urbanisme instituées par le règlement du PPR.

Conformément à l'article R.431-9 du Code de l'Urbanisme, « lorsque le projet est situé dans une zone inondable délimitée par un plan de prévention des risques, les cotes du plan de masse sont rattachées au système altimétrique de référence de ce plan ». Dans le cadre du présent PPRi, il s'agit du Nivellement Général de la France (NGF), système altimétrique dans lequel devront être affichées la cote du terrain naturel (TN), la cote de référence et la cote des différents niveaux de planchers bâtis.

Conformément à l'article R.431-16 du Code de l'Urbanisme, lorsque la réalisation d'une étude préalable permettant de déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation d'un projet est requise au titre du présent règlement, une attestation établie par l'architecte du projet ou par un expert certifiant la réalisation de cette étude et constatant que le projet prend en compte ces conditions au stade de la conception devra être jointe au dossier de demande de permis de construire. Cette attestation devra être établie lorsqu'un diagnostic de vulnérabilité est demandé. Ces études sont à la charge du maître d'ouvrage et doivent être réalisées et signées par un bureau d'étude compétent (architecte du projet ou expert). Les maîtres d'ouvrage ont l'obligation de respecter les mesures préconisées par ces études et d'effectuer les travaux requis dans un délai de cinq ans à compter de la date d'approbation du PPRi.

La date de référence pour les « constructions existantes » visées dans le Chapitre 4 est celle de l'approbation du présent PPRi. Les biens et activités existants, régulièrement construits ou exercés antérieurement à la publication du PPRi continuent de bénéficier du régime général de garantie prévu par la loi. En application de l'article R.562-5 du Code de l'Environnement, les mesures de prévention prévues par le PPRi concernant les biens existants antérieurement à la publication de ce plan ne peuvent entraîner un coût supérieur à 10% de la valeur vénale ou estimée des biens à la date d'approbation du présent PPRi.



Le respect des dispositions du PPR :

- relève de l'**entière responsabilité des pétitionnaires et des maîtres d'ouvrage**.
- conditionne la possibilité pour l'assuré de bénéficier de la réparation des dommages matériels directement occasionnés par l'intensité anormale d'un agent naturel lorsque l'état de catastrophe naturelle sera constaté par arrêté interministériel.

**Enfin, le non-respect des dispositions du PPRI est puni des peines prévues à l'article L.562-5 du code de l'environnement.**

### 3. Règles applicables aux projets

**Est désigné par « projet » tout aménagement, ouvrage, installation, exploitation ou construction nouvelle. Ceci inclut les projets d'intervention sur l'existant tels les changements de destination, les extensions et les reconstructions, et ce qu'ils soient soumis ou non à la nécessité d'une déclaration préalable ou de l'obtention d'un permis de construire.**

**De manière générale, tout projet doit être conçu de façon à ne pas aggraver le risque inondation, sur le site-même du projet et sur les sites environnants.**

Pour cela, les projets seront conçus, réalisés et exploités de manière à :

- assurer une **transparence hydraulique optimale**,
- **limiter autant que possible les obstacles à l'écoulement des eaux** (par exemple en positionnant l'axe principal des installations dans le sens du plus grand écoulement des eaux),
- **présenter une résistance suffisante** aux pressions (ancrage, amarrage...) et aux écoulements jusqu'à la crue de référence,
- ne pas induire de phénomènes d'affouillement des berges naturelles ou de mettre en danger la stabilité des talus de rives.

**Au-delà des règles détaillées qui constituent les paragraphes suivants, le constat de non-respect des objectifs cités ci-dessus peut justifier un refus de délivrer une autorisation d'urbanisme sur la base de l'article R.111-2 du code de l'Urbanisme, qui permet de refuser un projet ou de l'assortir de prescriptions spéciales s'il est de nature à aggraver les risques.**

Lorsque la possibilité de construire ou d'étendre d'une construction existante est limitée (20 m<sup>2</sup>, 20 % de l'emprise au sol...), cette possibilité n'est ouverte qu'une seule fois à partir de la date d'approbation du document.

Les termes repérés par une \* sont définis dans le lexique du présent règlement.

**Article 1 : Sont interdits :**

- (a) **Tous les projets non autorisés à l'article 2**
- (b) La création d'Établissements Recevant du Public (**ERP**) **de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégorie, d'établissements sensibles\* et d'établissements stratégiques\***, à l'exception des dérogations mentionnées à l'article 2.
- (c) La **reconstruction** des biens détruits par l'effet d'une crue\*.
- (d) La création ou l'extension d'**aires de camping** ou **de caravanage**, d'**aires d'accueil des gens du voyage**, de **parcs résidentiels de loisirs** ainsi que l'augmentation de leurs capacités d'accueil ou du nombre d'emplacements des aires existantes.
- (e) L'implantation d'**habitats légers de loisirs\***.
- (f) La création ou l'aménagement de **sous-sols**, à l'exception des dérogations mentionnées à l'article 2.
- (g) La création de **déchetteries**.
- (h) Tous **dépôts de matériaux** et conditionnements susceptibles d'être emportés, de gêner les écoulements ou de polluer les eaux en cas de crue, et en particulier les décharges, dépôts d'ordures, de déchets ou de produits dangereux ou polluants.
- (i) Les **remblais\*** sauf s'ils sont nécessaires aux projets autorisés (notamment sous la construction, pour les nécessités techniques d'accès et pour les opérations de réduction de la vulnérabilité\* définies au chapitre 4)

## **Article 2 : Sont Admis :**

**Il est rappelé que le calage du 1<sup>er</sup> plancher aménagé des constructions autorisées au-dessus de la cote PHE est la mesure la plus adaptée pour diminuer la vulnérabilité\* des biens et des personnes.**

Dans cette zone bleu foncé du centre urbain, les premiers planchers aménagés de certaines constructions neuves (création ou extension) peuvent toutefois être situés sous la cote PHE (sauf indications contraires inscrites dans les alinéas du règlement qui correspondent notamment à la création d'hébergement) si cela est justifié pour des raisons d'accessibilité ou de fonctionnalité.

- (a) Les ***travaux de mise aux normes*** (sécurité incendie, sanitaire, accessibilité, etc.) des biens et des activités, y compris des locaux sanitaires des aires de camping caravanage et des aires d'accueil des gens du voyage.

### **Concernant les CREATIONS DE BATIMENTS NEUFS EX-NIHILO :**

- (b) La ***création*** de ***bâtiments*** (à l'exception des ERP de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégories, des établissements sensibles et des établissements stratégiques) sous réserve :
- que le premier plancher aménagé\* soit construit à la cote PHE + 20 cm, ou à défaut à au moins 0,50 m au-dessus du terrain naturel, et dans ce cas, que les niveaux situés sous la cote PHE + 20 cm :
    - ne soient pas destinés à des ***locaux d'hébergement***,
    - disposent d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la PHE + 20 cm.
  - dans les zones d'aléa fort (pour les bâtiments dont l'emprise au sol est supérieure à 400 m<sup>2</sup>), de la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité s'attachant notamment à :
    - démontrer que le projet assure une transparence hydraulique optimale et qu'il limite autant que possible les obstacles à l'écoulement des eaux,
    - démontrer l'absence d'impact hydraulique sur les constructions avoisinantes,
    - définir les conditions de mise en sécurité des occupants.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(c) Par dérogation, **et uniquement en cas d'impossibilité d'implantation alternative en dehors de la zone inondable**, la **création** (y compris par changement de destination) d'**établissements sensibles** ou **stratégiques** sous réserve :

- que les bâtiments ne se situent pas en zone d'aléa fort,
- de la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité définissant notamment les mesures d'information, d'alerte et de gestion de crise à mettre en œuvre pour assurer la sécurité des occupants. En particulier, le diagnostic doit définir un plan d'évacuation vers la zone non inondable sans transit par des zones d'aléa fort,
- que le premier plancher aménagé\* soit construit à PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(d) La **création d'annexes\*** dans la limite de 10 m<sup>2</sup> d'emprise au sol **au niveau du terrain naturel**, une seule fois à compter de la date d'approbation du présent PPRi.

**Concernant les INTERVENTIONS SUR LES BATIMENTS EXISTANTS (extension, changement de destination, modification, ...)** :

(e) L'**extension** (y compris par sur-élévation, changement de destination ou création de surface de plancher) dans la limite de 20 % d'emprise au sol et de 20 % de l'effectif des **établissements sensibles\*** et des **établissements stratégiques\*** sous réserve :

- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm,
- d'une diminution globale de la vulnérabilité structurelle\* (diagnostic de vulnérabilité à établir).

(f) L'**extension** (y compris par sur-élévation, changement de destination ou création de surface de plancher) dans la limite de 20 % d'emprise au sol\* et de 20 % de l'effectif des **ERP de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégorie** (y compris au niveau du plancher existant), sous réserve d'une réduction globale de la vulnérabilité structurelle\* (diagnostic de vulnérabilité à établir) qui devra notamment justifier d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la PHE + 20 cm.

(g) L'**extension des bâtiments** (à l'exception de ceux cités dans les alinéas (e) et (f) ci-dessus), y compris sur-élévation et avec augmentation du nombre d'hébergements, sous réserve que les niveaux situés sous la cote PHE + 20 cm :

- ne soient pas destinés à des **locaux d'hébergement**,
- disposent d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(h) L'*extension de l'emprise au sol\* des locaux d'hébergement* est admise *au niveau du plancher existant* dans la limite de 20 m<sup>2</sup> supplémentaires, sous réserve de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm ou si l'extension est nécessaire à la création d'une zone refuge\*.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(i) Le *changement de destination* sous réserve :

- de ne pas créer d'ERP de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégories, d'établissements sensibles ou d'établissements stratégiques,
- que les niveaux sous la cote PHE + 20 cm ne soient pas destinés à des *locaux d'hébergement*.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(j) Par exception à l'article (i), la *création d'hébergements au niveau du plancher existant (par changement de destination ou par changement d'affectation)* dans la limite de 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol sous réserve de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

*Cette disposition n'est pas cumulative avec celle relative aux extensions au sol.*

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(k) La création d'*ouvertures* :

- *au-dessus de la cote PHE + 20 cm,*
- *sous la cote PHE + 20 cm* sous réserve d'équiper tous les ouvrants de batardeaux\* (hauteur maximale de 80 cm), de ne pas créer de nouvelle communication avec un sous-sol existant et, pour les zones d'aléa fort uniquement, de disposer d'un accès à une zone refuge située au-dessus de la PHE + 20 cm accessible depuis l'intérieur.

### **Concernant les RECONSTRUCTIONS DE BATIMENTS EXISTANTS :**

(l) La *reconstruction à l'identique des bâtiments détruits par un sinistre autre que l'inondation* (incendie par exemple). Dans ce cas, il est vivement recommandé :

- d'établir un diagnostic de vulnérabilité permettant de diminuer la vulnérabilité structurelle\*
- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(m) La **reconstruction** des Établissements Recevant du Public (**ERP**) de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégorie, des **établissements sensibles\*** et des **établissements stratégiques\*** sous réserve :

- d'une diminution globale de la vulnérabilité structurelle\* (diagnostic de vulnérabilité à établir),
- que l'emprise au sol\* projetée à l'échelle de l'unité foncière et la capacité d'accueil ne soient pas augmentées, **sauf extension autorisée** (voir alinéas (e) et (f)).
- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(n) La **reconstruction des bâtiments** (à l'exception de ceux cités au (l) ci-dessus) sous réserve que le premier plancher aménagé\* soit calé à PHE + 20 cm ou, à défaut, à au moins 50 cm au-dessus du terrain naturel, et dans ce cas, que les niveaux situés sous la cote PHE + 20 cm :

- ne soient pas destinés à des **locaux d'hébergement**,
- disposent d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

#### **Concernant le STATIONNEMENT DES VEHICULES :**

(o) Dans le cadre d'un bâtiment d'habitation, la création de **garages fermés**, dans la limite de 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol par logement sur l'unité foncière.

*La sur-élévation du plancher du garage est vivement recommandée.*

(p) La **matérialisation au sol d'emplacements de stationnement** dans le cadre d'un projet de construction ou d'aménagement urbain.

(q) La création ou l'extension d'**aires de stationnement collectives\*** sous réserve :

- que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un **plan de gestion de crise\*** permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte,
- pour les aires non bâties, que les places de stationnement soient équipées de dispositifs anti-emportement.

On recherchera toutefois des solutions alternatives en vue d'implanter les aires de stationnement collectives dans des zones d'aléa plus faibles.

*La sur-élévation du plancher des aires de stationnement fermées est vivement recommandée.*

(r) Par dérogation, la **création d'aires de stationnement collectives\* souterraines** peut être autorisée sous réserve :

- que les accès et émergences soient implantés au minimum à la cote PHE + 50 cm et, en cas d'implantation en zone d'aléa fort, qu'un diagnostic de vulnérabilité atteste de la non dangerosité de l'aménagement (notamment d'un point de vue hydraulique, afin de ne pas situer les accès au droit des axes principaux d'écoulement),
- qu'une étanchéité suffisante et des moyens d'assèchement adéquats soient mis en œuvre,
- que le site fasse l'objet d'un **affichage** et d'un **plan de gestion de crise\*** permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte.



**Concernant les AUTRES PROJETS :**

- (s) La création ou modification de ***clôtures***, à condition d'en assurer la transparence\* hydraulique.
- A titre d'exemple, sont autorisés la création de murs bahuts inférieurs à 20 cm de haut, munis d'ouvertures régulières laissant passer les écoulements et surmontés d'un grillage à larges mailles 150\*150, ou de grilles espacées d'au minimum 15 cm.
- (t) La création de ***structures ouvertes*** (auvents, préaux, halles publiques, manèges équestres, etc.) au niveau du terrain naturel à condition qu'elles soient ouvertes sur au moins 75 % de leur périmètre afin de favoriser le libre écoulement des eaux.
- (u) La création de ***piscines individuelles enterrées affleurantes*** sous réserve :
- que les margelles se situent au niveau du terrain naturel (murets et rehaussements interdits),
  - qu'un dispositif permanent de balisage du bassin soit mis en place pour assurer la sécurité des personnes et des services de secours (ex : piquets aux quatre coins d'une hauteur supérieure à 1 m, barrières, etc.),
  - que le local technique soit enterré ou à défaut ne dépasse pas 1 m<sup>2</sup>.
- (v) Les ***aménagements publics légers***, tels que le mobilier urbain, sous réserve d'être ancrés au sol.
- (w) Les ***aménagements temporaires***, démontables ou mobiles, ***relatifs aux activités le long des berges et à leur sécurité, ou nécessaires à l'organisation de manifestations événementielles temporaires***, à l'exclusion des équipements destinés à l'hébergement ou au camping. Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise\* appropriés permettant d'assurer, en outre, le démontage et le transport anticipés des installations hors zone à risque, dans un délai de 24 heures, au vu des prévisions de montée des eaux.
- (x) Les travaux d'***aménagements sportifs et d'équipements légers d'animation et de loisirs de plein air ouverts au public\****.
- L'implantation de ***tribunes*** est autorisée sous réserve qu'elles ne fassent pas obstacle à l'écoulement des eaux.
- Les éventuels remblais nécessaires à ces aménagements doivent impérativement être compensés et ne pas avoir d'impact sur l'écoulement des crues.
- Le site doit faire l'objet d'un affichage informant de l'inondabilité.
- (y) Les ***constructions et installations techniques*** liées à la gestion et à l'utilisation des cours d'eau, à l'exploitation des captages d'eau potable et aux réseaux publics ou d'intérêt général et collectif (eau, énergies, télécommunication, pipe-line, eau, réseaux d'irrigation ou d'assainissement agricole...etc...). Elles ne peuvent faire l'objet de d'une occupation humaine limitée\*.
- Les équipements sensibles à l'eau (tels que les transformateurs, les postes de distribution, les relais et antennes, etc.) doivent être situés au minimum à la cote PHE + 20 cm.
- En ce qui concerne les réseaux d'irrigation ou d'assainissement agricole, leur vulnérabilité à la crue ainsi que les mesures de réduction de vulnérabilité\* adaptées seront définies de manière proportionnée en fonction des enjeux concernés.

Les ***infrastructures publiques de transport***, y compris les installations, les équipements et les constructions nécessaires à leur fonctionnement, exploitation et entretien, peuvent être autorisées dans le respect des règles du Code de l'Environnement. Les premiers planchers aménagés des constructions doivent être implantés au-dessus de la PHE + 20 cm.

Les ouvrages publics de protection et d'aménagement contre les crues ainsi que les travaux de gestion et d'aménagement du cours d'eau peuvent être autorisés, dans le respect des dispositions du Code de l'Environnement.

(z) La ***création de stations d'épuration*** est interdite en zones inondables. Toutefois, en cas d'impossibilité technique, une dérogation peut être accordée si le maître d'ouvrage justifie, par un bilan des contraintes techniques, financières et environnementales, qu'il n'existe pas de possibilité d'implantation alternative en dehors de la zone inondable ; le projet doit alors garantir la sauvegarde de l'équipement pour la ***crue de référence*** : la station d'épuration ne doit pas être ruinée ni submergée et doit être conçue pour garder un fonctionnement normal sans interruption lors de l'événement (c.f. l'arrêté du 22/06/2007 sur l'implantation des stations d'épuration en zone inondable). Cette règle s'applique également à ***l'extension et à la mise aux normes des stations d'épuration existantes***. Ces conditions impliquent a minima que :

- tous les locaux techniques doivent être calés au-dessus de la cote PHE + 20 cm,
- tous les bassins épuratoires et systèmes de traitement (primaires et secondaires) doivent être étanches et empêcher l'intrusion de l'eau d'inondation (calage au-dessus de la cote PHE + 20 cm)

Dans le cas particulier de la station d'épuration enterrée de Marseille, les règles définies au paragraphe ci-dessus ne s'appliquent pas : les travaux d'extension ou de mise aux normes sont autorisés à condition d'être accompagnés d'un diagnostic de réduction de vulnérabilité\*.

(aa) L'***extension des déchetteries existantes*** (infrastructures de collecte et de traitement des déchets et des ordures ménagères : centres de traitement, déchetteries et quais de transfert, etc.).

A cette occasion l'ensemble des bennes devront être arrimées et les produits polluants (batteries, peintures, solvants, etc.) devront être stockés au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

(ab) Pour les ***équipements portuaires et nautiques*** :

- La réalisation de **travaux d'infrastructures portuaires** sous réserve de ne pas faire obstacle à l'écoulement des eaux et de ne pas aggraver les risques et leurs effets pendant l'inondation.
- Les constructions ou les extensions **d'équipements d'activités portuaires, y compris bâtiments d'activités strictement liées au fleuve ou à la mer pouvant avoir un statut d'ERP quelle que soit leur catégorie** (notamment terminal portuaire, équipements liés au transport intermodal fleuve/mer-route-fer, plateforme de déchargement et de stockage des containers, entrepôt, etc.), sous réserve :
  - qu'elles assurent la sécurité des personnes et n'augmentent pas la vulnérabilité ou les nuisances ;
  - s'agissant des ERP, de la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité définissant notamment les mesures d'information, d'alerte et de gestion de crise à mettre en œuvre pour assurer la sécurité des occupants. En particulier, le diagnostic doit définir des zones refuges\* calés à la cote PHE +20cm ou un plan d'évacuation vers la zone non inondable sans transit par des zones d'aléa fort,
  - que les parties de bâtiments situées en dessous de la cote de référence soient construites avec

- des matériaux et des équipements insensibles à l'eau ;
  - que le stockage des produits polluants soit réalisé 20 cm au-dessus de la cote de référence ;
  - que le stockage au niveau du terrain naturel de produits pouvant se mettre en flottaison soit muni de dispositifs anti-empotement transparents afin d'éviter la création d'embâcles ;
  - qu'un dispositif de gestion de crise permette d'évacuer rapidement les personnes et les matériaux stockés temporairement au niveau du terrain naturel (zones de déchargement) ;
- Les constructions ou les extensions **d'équipements et de bâtiments d'activités économiques strictement liées au nautisme** (dont entretien, vente, location et stockage des navires de plaisance), sous réserve :
    - qu'elles assurent la sécurité des personnes et n'augmentent pas la vulnérabilité ou les nuisances ;
    - que les parties de bâtiments situées en dessous de la cote de référence soient construites avec des matériaux et des équipements insensibles à l'eau ;
    - que le stockage des produits polluants soit réalisé 20 cm au-dessus de la cote de référence ;
    - que le stockage au niveau du terrain naturel de produits pouvant se mettre en flottaison soit muni de dispositifs anti-empotement transparents afin d'éviter la création d'embâcles ;
    - qu'un dispositif de gestion de crise permette d'évacuer rapidement les personnes et les matériaux stockés temporairement au niveau du terrain naturel (zones de déchargement) ;

(ac) *L'exploitation et la création de carrières* sous réserve :

- que les installations techniques soient ancrées afin de pouvoir résister aux effets d'entraînement de la crue de référence,
- que les locaux de l'exploitation soient calés au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(ad) Les *éoliennes et les unités de production d'énergie photovoltaïque* sous réserve que les dispositifs sensibles soient situés 20 cm au-dessus de la cote PHE. Les structures doivent être conçues et posées de manière à résister aux écoulements (jusqu'à l'événement de référence) et à l'arrivée d'éventuels embâcles\*. Les modalités de protection et d'entretien du site doivent tenir compte de son inondabilité. En particulier, un dispositif de mise hors tension en cas de crue doit être intégré.

Sont admis à ce titre les bâtiments techniques nécessaires au fonctionnement de ces unités sous réserve du calage des 1<sup>er</sup> planchers aménagés à la cote PHE + 20 cm.

**Article 1 : Sont interdits :****(a) Tous les projets non autorisés à l'article 2**

- (b) La création d'Établissements Recevant du Public (**ERP**) de **1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégorie**, d'**établissements sensibles\*** et d'**établissements stratégiques\***, à l'exception des dérogations mentionnées à l'article 2.
- (c) La **reconstruction** des biens détruits par l'effet d'une crue\*.
- (d) La création ou l'extension d'**aires de camping** ou de **caravanage**, d'**aires d'accueil des gens du voyage**, de **parcs résidentiels de loisirs** ainsi que l'augmentation de leurs capacités d'accueil ou du nombre d'emplacements des aires existantes.
- (e) L'implantation d'**habitats légers de loisirs\***.
- (f) La création ou l'aménagement de **sous-sols**, à l'exception des dérogations mentionnées à l'article 2.
- (g) La création de **déchetteries**.
- (h) Tous **dépôts de matériaux** et conditionnements susceptibles d'être emportés, de gêner les écoulements ou de polluer les eaux en cas de crue, et en particulier les décharges, dépôts d'ordures, de déchets ou de produits dangereux ou polluants.
- (i) Les **remblais\*** sauf s'ils sont nécessaires aux projets autorisés (notamment sous la construction, pour les nécessités techniques d'accès et pour les opérations de réduction de la vulnérabilité définies au chapitre 4)

## **Article 2 : Sont admis :**

L'emprise au sol\* de la construction sur la partie inondable du terrain support du projet est limitée : elle doit être inférieure à **30 %** de cette surface inondable, ou jusqu'à **50 %** si cette emprise supplémentaire est conçue de telle sorte qu'elle réponde à l'objectif de transparence\* hydraulique (construction sur pilotis ou vide sanitaire transparent par exemple).

**Sous réserve du respect de la règle ci-dessus, sont admis :**

(a) Les **travaux de mise aux normes** (sécurité incendie, sanitaire, accessibilité, etc.) des biens et des activités, y compris des locaux sanitaires des aires de camping caravanage et des aires d'accueil des gens du voyage.

### **Concernant les CREATIONS DE BATIMENTS NEUFS EX-NIHILO :**

(b) **La création de locaux d'hébergement** sous réserve que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(c) **La création de locaux d'activités\*** ou **des locaux de stockage** sous réserve que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(d) Par exception à l'article 1 du présent Titre, **et uniquement en cas d'impossibilité d'implantation alternative en dehors de la zone inondable**, la **création** (y compris par changement de destination) d'**établissements sensibles** ou **stratégiques** sous réserve :

- de la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité définissant notamment les mesures d'information, d'alerte et de gestion de crise à mettre en œuvre pour assurer la sécurité des occupants. En particulier, le diagnostic doit définir un plan d'évacuation vers la zone non inondable sans transit par des zones d'aléa fort,
- que le premier plancher aménagé\* soit construit à PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(e) La création d'**annexes\*** dans la limite de 10 m<sup>2</sup> (emprise au sol\*) au niveau du terrain naturel, une seule fois à compter de la date d'approbation du présent PPRi.

**Concernant les INTERVENTIONS SUR LES BATIMENTS EXISTANTS (extension, changement de destination, modification, ...) :**

(f) L'***extension*** (y compris par sur-élévation, changement de destination ou création de surface de plancher) dans la limite de 20 % d'emprise au sol\* et de 20 % de l'effectif des ***établissements sensibles\**** et des ***établissements stratégiques\**** sous réserve :

- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm,
- d'une diminution globale de la vulnérabilité structurelle\* (diagnostic de vulnérabilité à établir).

(g) L'***extension*** (y compris par sur-élévation, changement de destination ou création de surface de plancher) dans la limite de 20 % d'emprise au sol et de 20 % de l'effectif des ***ERP de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégorie*** (y compris au niveau du plancher existant), sous réserve d'une réduction globale de la vulnérabilité structurelle\* (diagnostic à établir) qui devra notamment justifier d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

(h) L'***extension*** (y compris par sur-élévation,) des ***locaux d'hébergement*** sous réserve que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

L'***extension de l'emprise au sol des locaux d'hébergement*** est admise ***au niveau du plancher existant*** dans la limite de 20 m<sup>2</sup> supplémentaires, sous réserve de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm ou si l'extension est nécessaire à la création d'une zone refuge\*.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(i) L'***extension des locaux d'activités\**** ou des ***locaux de stockage*** sous réserve que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

L'***extension de l'emprise au sol des locaux d'activités\**** ou des ***locaux de stockage*** est admise ***au niveau du plancher existant*** dans la limite de 20 % d'emprise au sol supplémentaire et sous réserve de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(j) Le ***changement de destination sans augmentation de la vulnérabilité d'usage\**** au niveau du plancher existant

(k) Le ***changement de destination*** allant dans le sens d'une augmentation de la vulnérabilité d'usage\* sous réserve :

- de ne pas créer d'ERP de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégories, d'établissements sensibles ou d'établissements stratégiques,
- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(l) Par exception à l'article (i), la **création d'hébergements au niveau du plancher existant (par changement de destination ou par changement d'affectation)** dans la limite de 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol sous réserve de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

*Cette disposition n'est pas cumulative avec celle relative aux extensions au sol.*

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(m) La création d'**ouvertures** :

- ***au-dessus de la cote PHE + 20 cm,***
- ***au-dessous la cote PHE +20 cm*** sous réserve d'équiper tous les ouvrants de batardeaux\* (hauteur maximale de 80 cm), de ne pas créer de nouvelle communication avec un sous-sol existant.

#### **Concernant les RECONSTRUCTIONS DE BATIMENTS EXISTANTS :**

(n) La ***reconstruction à l'identique des bâtiments détruits par un sinistre autre que l'inondation*** (incendie par exemple). Dans ce cas, il est vivement recommandé :

- d'établir un diagnostic de vulnérabilité permettant de diminuer la vulnérabilité structurelle,
- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(o) La ***reconstruction*** des Établissements Recevant du Public (***ERP***) ***de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégorie,*** des ***établissements sensibles\**** et des ***établissements stratégiques\**** sous réserve :

- d'une diminution globale de la vulnérabilité structurelle\* (diagnostic de vulnérabilité à établir),
- que l'emprise au sol projetée à l'échelle de l'unité foncière et la capacité d'accueil ne soient pas augmentées, ***sauf extension autorisée*** (voir alinéas (f) et (g)),
- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(p) La reconstruction des ***bâtiments*** (à l'exception de ceux cités au (o) ci-dessus) sous réserve que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

#### **Concernant le STATIONNEMENT DES VEHICULES :**

(q) Dans le cadre d'un bâtiment d'habitation, la création de ***garages fermés***, dans la limite de 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol\* par logement sur l'unité foncière.

*La sur-élévation du plancher du garage est vivement recommandée.*



(r) La **matérialisation au sol d'emplacements de stationnement** dans le cadre d'un projet de construction ou d'aménagement urbain.

(s) La création de **parkings silos**, sans limite d'emprise au sol, sous réserve :

- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm,
- qu'il n'y ait pas de volume bâti sous la cote PHE + 20 cm (à l'exception des éléments de structure),
- que tous les équipements sensibles à l'eau soient situés au-dessus de la cote PHE + 20 cm,
- dans les zones d'aléa fort, de la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité s'attachant notamment à :
  - démontrer que le projet assure une transparence hydraulique optimale et qu'il limite autant que possible les obstacles à l'écoulement des eaux,
  - que les structures présentent une résistance suffisante aux pressions (ancrage, amarrage, ...) et aux écoulements jusqu'à la crue de référence,
- que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un ***plan de gestion de crise***\* permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte. A noter que ces structures peuvent également être identifiées comme des « parkings refuges ».

(t) La création ou l'extension d'**aires de stationnement collectives**\* sous réserve :

- que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un ***plan de gestion de crise***\* permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte,
- pour les aires non bâties, que les places de stationnement soient équipées de dispositifs anti-empotement.

On recherchera toutefois des solutions alternatives en vue d'implanter les aires de stationnement collectives dans des zones d'aléa plus faibles.

*La sur-élévation du plancher des aires de stationnement fermées est vivement recommandée.*

(u) Par dérogation, la **création d'aires de stationnement collectives\* souterraines** peut être autorisée sous réserve :

- que les accès et émergences soient implantés au minimum à la cote PHE + 50 cm,
- qu'une étanchéité suffisante et des moyens d'assèchement adéquats soient mis en œuvre,
- que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise\* permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte.

**Concernant les AUTRES PROJETS :**

(v) La création ou modification de ***clôtures***, à condition d'en assurer la transparence\* hydraulique.

A titre d'exemple, sont autorisés la création de murs bahuts inférieurs à 20 cm de haut, munis d'ouvertures régulières laissant passer les écoulements et surmontés d'un grillage à larges mailles 150\*150, ou de grilles espacées d'au minimum 15 cm.

(w) La création de ***structures ouvertes*** (auvents, préaux, halles publiques, manèges équestres, etc.) est admise au niveau du terrain naturel à condition qu'elles soient ouvertes sur au moins 75 % de leur périmètre afin de favoriser le libre écoulement des eaux

(x) La création de ***piscines individuelles enterrées affleurantes*** sous réserve :

- que les margelles se situent au niveau du terrain naturel (murets et rehaussements interdits),
- qu'un dispositif permanent de balisage du bassin soit mis en place pour assurer la sécurité des personnes et des services de secours (ex : piquets aux quatre coins d'une hauteur supérieure à 1 m, barrières, etc.),
- que le local technique soit enterré ou à défaut ne dépasse pas 1 m<sup>2</sup>.

(y) Les ***aménagements publics légers***, tels que le mobilier urbain, sous réserve d'être ancrés au sol.

(z) Les ***aménagements temporaires***, démontables ou mobiles, ***relatifs aux activités le long des berges et à leur sécurité***, ou ***nécessaires à l'organisation de manifestations évenementielles temporaires***, à l'exclusion des équipements destinés à l'hébergement ou au camping. Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise\* appropriés permettant d'assurer, en outre, le démontage et le transport anticipés des installations hors zone à risque, dans un délai de 24 heures, au vu des prévisions de montée des eaux.

(aa) Les travaux d'***aménagements sportifs*** et ***d'équipements légers d'animation et de loisirs*** de plein air ouverts au public.

L'implantation de ***tribunes*** est autorisée sous réserve qu'elles ne fassent pas obstacle à l'écoulement des eaux.

Les éventuels remblais nécessaires à ces aménagements doivent impérativement être compensés et ne pas avoir d'impact sur l'écoulement des crues.

Le site doit faire l'objet d'un affichage informant de l'inondabilité.

(ab) Les ***constructions et installations techniques*** liées à la gestion et à l'utilisation des cours d'eau, à l'exploitation des captages d'eau potable et aux réseaux publics ou d'intérêt général et collectif (eau, énergies, télécommunication, pipe-line, réseaux d'irrigation ou d'assainissement agricole...etc...), peuvent être autorisées à condition de limiter au maximum leur impact. Elles ne peuvent faire l'objet que d'une occupation humaine limitée. Elles doivent être conçues et réalisées de manière à limiter les dommages structurels en cas de crue : étanchéité, résistance à la pression hydraulique, stabilité des ouvrages.

Les équipements sensibles à l'eau (tels que les transformateurs, les postes de distribution, les relais et antennes, etc.) doivent être situés au minimum à la cote PHE + 20 cm.

En ce qui concerne les réseaux d'irrigation ou d'assainissement agricole, leur vulnérabilité à la crue ainsi que les mesures de réduction de vulnérabilité\* adaptées seront définies de manière proportionnée en fonction des enjeux concernés.

Les ***infrastructures publiques de transport***, y compris les installations, les équipements et les constructions nécessaires à leur fonctionnement, exploitation et entretien, peuvent être autorisées dans le respect des règles du Code de l'Environnement. Les premiers planchers aménagés\* des constructions doivent être implantés au dessus de la PHE + 20 cm.

Les ouvrages publics de protection et d'aménagement contre les crues ainsi que les travaux de gestion et d'aménagement du cours d'eau peuvent être autorisés, dans le respect des dispositions du Code de l'Environnement.

(ac) La ***création de stations d'épuration*** est interdite en zones inondables. Toutefois, en cas d'impossibilité technique, une dérogation peut être accordée si le maître d'ouvrage justifie, par un bilan des contraintes techniques, financières et environnementales, qu'il n'existe pas de possibilité d'implantation alternative en dehors de la zone inondable ; le projet doit alors garantir la sauvegarde de l'équipement pour la ***crue de référence*** : la station d'épuration ne doit pas être ruinée ni submergée et doit être conçue pour garder un fonctionnement normal sans interruption lors de l'événement (cf. l'arrêté du 22/06/2007 sur l'implantation des stations d'épuration en zone inondable). Cette règle s'applique également à l'***extension et à la mise aux normes des stations d'épuration existantes***. Ces conditions impliquent a minima que :

- tous les locaux techniques doivent être calés au-dessus de la cote PHE + 20 cm,
- tous les bassins épuratoires et systèmes de traitement (primaires et secondaires) doivent être étanches et empêcher l'intrusion de l'eau d'inondation (calage au-dessus de la cote PHE + 20 cm).

Dans le cas particulier de la station d'épuration enterrée de Marseille, les règles définies au paragraphe ci-dessus ne s'appliquent pas : les travaux d'extension ou de mise aux normes sont autorisés à condition d'être accompagnés d'un diagnostic de réduction de vulnérabilité\*.

(ad) L'***extension des déchetteries existantes*** (infrastructures de collecte et de traitement des déchets et des ordures ménagères : centres de traitement, déchetteries et quais de transfert, etc.) .

A cette occasion l'ensemble des bennes devront être arrimées et les produits polluants (batteries, peintures, solvants, etc.) devront être stockés au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

(ae) Pour les ***équipements portuaires et nautiques*** :

- La réalisation de **travaux d'infrastructures portuaires** sous réserve de ne pas faire obstacle à l'écoulement des eaux et de ne pas aggraver les risques et leurs effets pendant l'inondation.
- Les constructions ou les extensions **d'équipements d'activités portuaires, y compris bâtiments d'activités strictement liées au fleuve ou à la mer pouvant avoir un statut d'ERP quelle que soit leur catégorie** (notamment terminal portuaire, équipements liés au transport intermodal fleuve/mer-route-fer, plateforme de déchargement et de stockage des containers, entrepôt, etc.), sous réserve :
  - qu'elles assurent la sécurité des personnes et n'augmentent pas la vulnérabilité ou les nuisances ;

- s'agissant des ERP, de la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité définissant notamment les mesures d'information, d'alerte et de gestion de crise à mettre en œuvre pour assurer la sécurité des occupants. En particulier, le diagnostic doit définir des zones refuges\* calés à la cote PHE +0,20cm ou un plan d'évacuation vers la zone non inondable sans transit par des zones d'aléa fort,
  - que les parties de bâtiments situées en dessous de la cote de référence soient construites avec des matériaux et des équipements insensibles à l'eau ;
  - que le stockage des produits polluants soit réalisé 20 cm au-dessus de la cote de référence ;
  - que le stockage au niveau du terrain naturel de produits pouvant se mettre en flottaison soit muni de dispositifs anti-empatement transparents afin d'éviter la création d'embâcles ;
  - qu'un dispositif de gestion de crise permette d'évacuer rapidement les personnes et les matériaux stockés temporairement au niveau du terrain naturel (zones de déchargement) ;
- Les constructions ou les extensions **d'équipements et de bâtiments d'activités économiques strictement liées au nautisme** (dont entretien, vente, location et stockage des navires de plaisance), sous réserve :
    - qu'elles assurent la sécurité des personnes et n'augmentent pas la vulnérabilité ou les nuisances ;
    - que les parties de bâtiments situées en dessous de la cote de référence soient construites avec des matériaux et des équipements insensibles à l'eau ;
    - que le stockage des produits polluants soit réalisé 20 cm au-dessus de la cote de référence ;
    - que le stockage au niveau du terrain naturel de produits pouvant se mettre en flottaison soit muni de dispositifs anti-empatement transparents afin d'éviter la création d'embâcles ;
    - qu'un dispositif de gestion de crise permette d'évacuer rapidement les personnes et les matériaux stockés temporairement au niveau du terrain naturel (zones de **déchargement**) ;

(j)

(at) *L'exploitation et la création de carrières* sous réserve :

- que les installations techniques soient ancrées afin de pouvoir résister aux effets d'entraînement de la crue de référence\*,
- que les locaux de l'exploitation soient calés au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(au) Les *éoliennes et les unités de production d'énergie photovoltaïque* sous réserve que les dispositifs sensibles soient situés 20 cm au-dessus de la cote PHE. Les structures doivent être conçues et posées de manière à résister aux écoulements (jusqu'à l'événement de référence) et à l'arrivée d'éventuels embâcles. Les modalités de protection et d'entretien du site doivent tenir compte de son inondabilité. En particulier, un dispositif de mise hors tension en cas de crue doit être intégré.

Sont admis à ce titre les bâtiments techniques nécessaires au fonctionnement de ces unités sous réserve du calage des 1<sup>er</sup> planchers aménagés au minimum à la cote PHE + 20 cm.

**Article 1 : Sont interdits :**

- (a) Tous les projets non autorisés à l'article 2
- (b) La création d'Établissements Recevant du Public (**ERP**) de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégorie, d'**établissements sensibles**\* et d'**établissements stratégiques**\*.
- (c) La **reconstruction** des biens détruits par l'effet d'une crue\*.
- (d) Le **changement de destination allant dans le sens de l'augmentation de la vulnérabilité d'usage**\*, à l'exception des dérogations mentionnées à l'article 2.
- (e) La création ou l'extension d'**aires de camping** ou de **caravanage**, d'**aires d'accueil des gens du voyage**, de **parcs résidentiels de loisirs** ainsi que l'augmentation de leurs capacités d'accueil ou du nombre d'emplacements des aires existantes.
- (f) L'implantation d'**habitats légers de loisirs**\*.
- (g) La création ou l'aménagement de **sous-sols**, à l'exception des dérogations mentionnées à l'article 2.
- (h) Tous **dépôts de matériaux** et conditionnements susceptibles d'être emportés, de gêner les écoulements ou de polluer les eaux en cas de crue, et en particulier les décharges, dépôts d'ordures, de déchets ou de produits dangereux ou polluants.
- (i) Les **remblais**\*, sauf s'ils sont nécessaires aux projets autorisés (notamment sous la construction, pour les nécessités techniques d'accès et pour les opérations de réduction de la vulnérabilité définies au chapitre 4).

## **Article 2 : Sont admis :**

L'emprise au sol\* de la construction sur la partie inondable du terrain support du projet est limitée : elle doit être inférieure à **30 %** de cette surface inondable, ou jusqu'à **50 %** si cette emprise supplémentaire est conçue de telle sorte qu'elle réponde à l'objectif de transparence\* hydraulique (construction sur pilotis ou vide sanitaire transparent par exemple).

**Sous réserve du respect de la règle ci-dessus, sont admis :**

- (a) Les ***travaux de mise aux normes*** (sécurité incendie, sanitaire, accessibilité, etc.) des biens et des activités, y compris des locaux sanitaires des aires de camping caravanage et des aires d'accueil des gens du voyage.

### **Concernant les CREATIONS DE BATIMENTS NEUFS EX-NIHILO :**

- (b) Dans les zones d'aléa modéré uniquement, la création des ***constructions nécessaires aux exploitations agricoles ou forestières***, sous réserve que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

- (c) La création d'***annexes\**** dans la limite de 10 m<sup>2</sup> ***au niveau du terrain naturel***, une seule fois à compter de la date d'approbation du présent PPRi.

### **Concernant les INTERVENTIONS SUR LES BATIMENTS EXISTANTS (extension, changement de destination, modification, ...) :**

- (d) L'***extension*** (y compris par sur-élévation, changement de destination ou création de surface de plancher) dans la limite de 20 % d'emprise au sol et de 20 % de l'effectif des ***établissements sensibles\**** et des ***établissements stratégiques\**** sous réserve que :

- le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm,
- d'une diminution globale de la vulnérabilité structurelle\* (diagnostic de vulnérabilité à établir).

- (e) L'***extension*** (y compris par sur-élévation, changement de destination ou création de surface de plancher) dans la limite de 20 % d'emprise au sol et de 20 % de l'effectif des ***ERP de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégorie*** (y compris au niveau du plancher existant), sous réserve d'une réduction globale de la vulnérabilité structurelle\* (diagnostic à établir) qui devra notamment justifier d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

(f) L'extension de l'emprise au sol des locaux d'hébergement dans la limite de 20 m<sup>2</sup> supplémentaires, sous réserve que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

Cette extension pourra être autorisée **au niveau du plancher existant** (et non plus à la cote PHE + 20 cm) dans le cas de locaux d'hébergement disposant d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm ou si l'extension est nécessaire à la création d'une zone refuge\*.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation**.

(g) L'extension de l'emprise au sol des locaux d'activités ou des locaux de stockage dans la limite de 20 % d'emprise au sol supplémentaire.

Si cette extension est réalisée sous la cote PHE + 20 cm, elle doit être accompagnée d'une réduction globale de la vulnérabilité structurelle\* (diagnostic à établir) qui devra notamment justifier d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

(h) Dans les zones d'aléa modéré uniquement, l'extension (sans limite d'emprise) des constructions nécessaires aux exploitations agricoles ou forestières, sous réserve que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* constituant l'extension soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(i) La surélévation des bâtiments existants d'hébergements et d'activités sans création d'emprise au sol sous réserve qu'elle ne crée ni hébergement supplémentaire, ni activité supplémentaire.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(j) Le changement de destination sans augmentation de la vulnérabilité d'usage\* au niveau du plancher existant.

(k) Par dérogation, la création d'hébergements au niveau du plancher existant (par changement de destination ou par changement d'affectation) dans la limite de 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol sous réserve de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

*Cette disposition n'est pas cumulative avec celle relative aux extensions au sol.*

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

(l) La création d'ouvertures :

- **au-dessus de la cote PHE +20 cm**
- **sous la cote PHE +20 cm** sous réserve d'équiper tous les ouvrants de batardeaux\* (hauteur maximale de 80 cm), de ne pas créer de nouvelle communication avec un sous-sol existant et, pour les zones d'aléa fort uniquement, de disposer d'un accès depuis l'intérieur à une zone refuge située au-dessus de la cote PHE + 20 cm.



**Concernant les RECONSTRUCTIONS DE BATIMENTS EXISTANTS :**

(m) La **reconstruction à l'identique des bâtiments détruits par un sinistre autre que l'inondation** (incendie par exemple). Dans ce cas, il est vivement recommandé :

- d'établir un diagnostic de vulnérabilité permettant de diminuer la vulnérabilité structurelle,
- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(n) La **reconstruction** des Établissements Recevant du Public (**ERP**) de **1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> catégorie**, des **établissements sensibles\*** et des **établissements stratégiques\*** sous réserve :

- d'une diminution globale de la vulnérabilité structurelle\* (diagnostic de vulnérabilité à établir),
- que l'emprise au sol\* projetée à l'échelle de l'unité foncière et la capacité d'accueil ne soient pas augmentées, **sauf extension autorisée** (voir alinéas (d) et (e)),
- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(o) **La reconstruction des bâtiments** (à l'exception de ceux cités au (n) ci-dessus) sous réserve :

- de ne pas augmenter la vulnérabilité d'usage\*,
- que l'emprise au sol\* projetée à l'échelle de l'unité foncière soit inférieure ou égale à l'emprise au sol\* démolie, **sauf extension autorisée** (voir alinéas (f) et (g)),
- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé\* soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm.
- Par dérogation, les **aires de stationnement fermées nécessaires au bâtiment reconstruit** peuvent être implantées sous la cote PHE + 20 cm, sous l'emprise de la construction uniquement, sous réserve :
  - que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un **plan de gestion de crise\*** permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte,
  - pour les **aires souterraines** (par dérogation):
    - que les accès et émergences soient implantés au minimum à la cote PHE + 50 cm et qu'un diagnostic de vulnérabilité atteste de la non dangerosité de l'aménagement (notamment d'un point de vue hydraulique, afin de ne pas situer les accès au droit des axes principaux d'écoulement),
    - qu'une étanchéité suffisante et des moyens d'assèchement adéquats soient mis en œuvre,
    - que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise\* permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte.

A l'occasion de ces travaux, il est **nécessaire** de mettre en œuvre **les mesures de mitigation\***.

### **Concernant le STATIONNEMENT DES VEHICULES**

(p) La **matérialisation au sol d'emplacements de stationnement** dans le cadre d'un projet de construction ou d'aménagement urbain.

(q) La création ou l'extension d'**aires de stationnement collectives\* non bâties** nécessaires aux activités existantes sous réserve :

- que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un ***plan de gestion de crise\**** permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte,
- que les places de stationnement soient équipées de dispositifs anti-emportement.

*On recherchera toutefois des solutions alternatives en vue d'implanter les aires de stationnement collectives dans des zones d'aléa plus faibles.*

(r) La création de **parkings silos**, sans limite d'emprise au sol, sous réserve :

- que le 1<sup>er</sup> plancher aménagé soit calé au minimum à la cote PHE + 20 cm,
- qu'il n'y ait pas de volume bâti ou de remblais sous la cote PHE + 20 cm (à l'exception des éléments de structure),
- que tous les équipements sensibles à l'eau soient situés au-dessus de la cote PHE + 20 cm,
- dans les zones d'aléa fort, de la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité s'attachant notamment à :
  - démontrer que le projet assure une transparence hydraulique optimale et qu'il limite autant que possible les obstacles à l'écoulement des eaux,
  - que les structures présentent une résistance suffisante aux pressions (ancrage, amarrage, ...) et aux écoulements jusqu'à la crue de référence,
- que le site fasse l'objet d'un affichage et d'un ***plan de gestion de crise\**** permettant d'organiser l'évacuation ou la fermeture d'urgence en cas d'alerte. A noter que ces structures peuvent également être identifiées comme des « parkings refuges ».

### **Concernant les AUTRES PROJETS**

(s) La délimitation de **parcs destinés à l'élevage** (dans le cadre d'activités agricoles), uniquement dans les zones d'aléa modéré. Il est alors vivement recommandé de prévoir une zone de repli pour les animaux qui soit située en dehors de la zone inondable.

Par dérogation, sont également autorisés en zone d'aléa fort :

- la délimitation de parcs destinés à l'élevage de volailles, sous réserve que leur superficie soit inférieure à 1 000 m<sup>2</sup>.
- le parcage temporaire des élevages pastoraux.

(t) La création de serres et de tunnels / bi-tunnels agricoles, sans limite d'emprise au sol, uniquement dans les zones d'aléa modéré .

(u) La création ou modification de clôtures, à condition d'en assurer la transparence\* hydraulique.

A titre d'exemple, sont autorisés la création de murs bahuts inférieurs à 20 cm de haut, munis d'ouvertures régulières laissant passer les écoulements et surmontés d'un grillage à larges mailles 150\*150, ou de grilles espacées d'au minimum 15 cm.

(v) La création de structures ouvertes (auvents, préaux, halles publiques, manèges équestres, etc.) au niveau du terrain naturel à condition qu'elles soient ouvertes sur au moins 75 % de leur périmètre afin de favoriser le libre écoulement des eaux

(w) La création de piscines individuelles enterrées affleurantes sous réserve :

- que les margelles se situent au niveau du terrain naturel (murets et rehaussements interdits),
- qu'un dispositif permanent de balisage du bassin soit mis en place pour assurer la sécurité des personnes et des services de secours (ex: piquets aux quatre coins d'une hauteur supérieure à 1 m, barrières, etc.),
- que le local technique soit enterré ou à défaut ne dépasse pas 1 m<sup>2</sup>.

(x) Les aménagements publics légers, tels que le mobilier urbain, sont admis sous réserve d'être ancrés au sol.

(y) Les aménagements temporaires, démontables ou mobiles, relatifs aux activités le long des berges et à leur sécurité, ou nécessaires à l'organisation de manifestations événementielles temporaires, à l'exclusion des équipements destinés à l'hébergement ou au camping. Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise appropriés permettant d'assurer, en outre, le démontage et le transport anticipés des installations hors zone à risque, dans un délai de 24 heures, au vu des prévisions de montée des eaux.

(z) Les travaux d'aménagements sportifs et d'équipements légers d'animation et de loisirs de plein air ouverts au public .

L'implantation de tribunes est autorisée sous réserve qu'elles ne fassent pas obstacle à l'écoulement des eaux.

Les éventuels remblais nécessaires à ces aménagements doivent impérativement être compensés et ne pas avoir d'impact sur l'écoulement des crues.

Est également autorisée la création de surfaces de plancher pour des locaux non habités et strictement nécessaires à ces activités sportives, d'animation et de loisirs tels que sanitaires, vestiaires, locaux à matériels, dans la limite de 100 m<sup>2</sup> d'emprise au sol et sous réserve que la surface des premiers planchers aménagés\* soit calée à la cote PHE + 20 cm. L'utilisation de ces installations à des fins d'hébergement ou de restauration, même occasionnelle, est interdite. Le site doit faire l'objet d'un affichage et d'un plan de gestion de crise\* appropriés.

(aa) Les ***constructions et installations techniques*** liées à la gestion et à l'utilisation des cours d'eau, à l'exploitation des captages d'eau potable et aux réseaux publics ou d'intérêt général et collectif (eau, énergies, télécommunication, pipe-line, réseaux d'irrigation ou d'assainissement agricole...etc...), peuvent être autorisées à condition de limiter au maximum leur impact. Elles ne peuvent faire l'objet que d'une occupation humaine limitée\*. Elles doivent être conçues et réalisées de manière à limiter les dommages structurels en cas de crue : étanchéité, résistance à la pression hydraulique, stabilité des ouvrages.

Les équipements sensibles à l'eau (tels que les transformateurs, les postes de distribution, les relais et antennes, etc.) doivent être situés au minimum 20 cm au-dessus de la cote PHE.

En ce qui concerne les réseaux d'irrigation ou d'assainissement agricole, leur vulnérabilité à la crue ainsi que les mesures de réduction de vulnérabilité\* adaptées seront définies de manière proportionnée en fonction des enjeux concernés.

Les ***infrastructures publiques de transport***, y compris les installations, les équipements et les constructions nécessaires à leur fonctionnement, exploitation et entretien, peuvent être autorisées dans le respect des règles du Code de l'Environnement. Les premiers planchers aménagés\* des constructions doivent être implantés au dessus de la PHE + 20 cm.

Les ouvrages publics de protection et d'aménagement contre les crues ainsi que les travaux de gestion et d'aménagement du cours d'eau peuvent être autorisés, dans le respect des dispositions du Code de l'Environnement.

(ab) La ***création de stations d'épuration*** est interdite en zones inondables. Toutefois, en cas d'impossibilité technique, une dérogation peut être accordée si le maître d'ouvrage justifie, par un bilan des contraintes techniques, financières et environnementales, qu'il n'existe pas de possibilité d'implantation alternative en dehors de la zone inondable ; le projet doit alors garantir la sauvegarde de l'équipement pour la ***crue de référence*** : la station d'épuration ne doit pas être ruinée ni submergée et doit être conçue pour garder un fonctionnement normal sans interruption lors de l'événement (cf. l'arrêté du 22/06/2007 sur l'implantation des stations d'épuration en zone inondable). Cette règle s'applique également à l'***extension et à la mise aux normes des stations d'épuration existantes***. Ces conditions impliquent a minima que :

- tous les locaux techniques doivent être calés au-dessus de la cote PHE + 20 cm,
- tous les bassins épuratoires et systèmes de traitement (primaires et secondaires) doivent être étanches et empêcher l'intrusion de l'eau d'inondation (calage au-dessus de la cote PHE + 20 cm).

Dans le cas particulier de la station d'épuration enterrée de Marseille, les règles définies au paragraphe ci-dessus ne s'appliquent pas : les travaux d'extension ou de mise aux normes sont autorisés à condition d'être accompagnés d'un diagnostic de réduction de vulnérabilité\*.

(ac) L'***extension des déchetteries existantes*** (infrastructures de collecte et de traitement des déchets et des ordures ménagères : centres de traitement, déchetteries et quais de transfert, etc.).

A cette occasion l'ensemble des bennes devront être arrimées et les produits polluants (batteries, peintures, solvants, etc.) devront être stockés au-dessus de la cote PHE + 20 cm.

(ad) Pour les ***équipements portuaires et nautiques*** :

- La réalisation de **travaux d'infrastructures portuaires** sous réserve de ne pas faire obstacle à l'écoulement des eaux et de ne pas aggraver les risques et leurs effets pendant l'inondation.
- Les constructions ou les extensions **d'équipements d'activités portuaires, y compris bâtiments d'activités strictement liées au fleuve ou à la mer pouvant avoir un statut d'ERP quelle que soit leur catégorie** (notamment terminal portuaire, équipements liés au transport intermodal fleuve/mer-route-fer, plateforme de déchargement et de stockage des containers, entrepôt, etc.), sous réserve :
  - qu'elles assurent la sécurité des personnes et n'augmentent pas la vulnérabilité ou les nuisances ;
  - s'agissant des ERP, de la réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité définissant notamment les mesures d'information, d'alerte et de gestion de crise à mettre en œuvre pour assurer la sécurité des occupants. En particulier, le diagnostic doit définir des zones refuges\* calés à la cote PHE +20cm ou un plan d'évacuation vers la zone non inondable sans transit par des zones d'aléa fort,
  - que les parties de bâtiments situées en dessous de la cote de référence soient construites avec des matériaux et des équipements insensibles à l'eau ;
  - que le stockage des produits polluants soit réalisé 20 cm au-dessus de la cote de référence ;
  - que le stockage au niveau du terrain naturel de produits pouvant se mettre en flottaison soit muni de dispositifs anti-empotement transparents afin d'éviter la création d'embâcles ;
  - qu'un dispositif de gestion de crise permette d'évacuer rapidement les personnes et les matériaux stockés temporairement au niveau du terrain naturel (zones de déchargement) ;
- Les constructions ou les extensions **d'équipements et de bâtiments d'activités économiques strictement liées au nautisme** (dont entretien, vente, location et stockage des navires de plaisance), sous réserve :
  - qu'elles assurent la sécurité des personnes et n'augmentent pas la vulnérabilité ou les nuisances ;
  - que les parties de bâtiments situées en dessous de la cote de référence soient construites avec des matériaux et des équipements insensibles à l'eau ;
  - que le stockage des produits polluants soit réalisé 20 cm au-dessus de la cote de référence ;
  - que le stockage au niveau du terrain naturel de produits pouvant se mettre en flottaison soit muni de dispositifs anti-empotement transparents afin d'éviter la création d'embâcles ;
  - qu'un dispositif de gestion de crise permette d'évacuer rapidement les personnes et les matériaux stockés temporairement au niveau du terrain naturel (zones de déchargement) ;

(ae) L'***exploitation et la création de carrières*** sous réserve :

- que les installations techniques soient ancrées afin de pouvoir résister aux effets d'entraînement de la crue de référence,
- que les locaux de l'exploitation soient calés au minimum à la cote PHE + 20 cm.

(af) Les ***éoliennes et les unités de production d'énergie photovoltaïque*** sous réserve que les dispositifs sensibles soient situés 20 cm au-dessus de la cote PHE. Les structures doivent être conçues et posées de manière à résister aux écoulements (jusqu'à l'événement de référence) et à l'arrivée d'éventuels embâcles\*. Les modalités de protection et d'entretien du site doivent tenir compte de son inondabilité. En particulier, un dispositif de mise hors tension en cas de crue doit être intégré.

Sont admis à ce titre les bâtiments techniques nécessaires au fonctionnement de ces unités sous réserve du calage des premiers planchers aménagés\* au minimum à la cote PHE + 20 cm.

Zone d'aléa résiduel : zone comprise entre l'enveloppe de la crue exceptionnelle\* et l'enveloppe de la crue de référence\*.

**Article 1 : Sont interdits :**

- (a) ***La création ou l'extension*** de plus de 20 % d'emprise au sol ou de plus de 20 % de l'effectif des ***établissements stratégiques\****, sauf si l'impossibilité de toute implantation alternative en dehors de la zone inondable est démontrée.
- (b) La création ou l'extension d'***aires d'accueil des gens du voyage*** sauf si impossibilité d'une implantation alternative en dehors de la zone inondable.
- (c) ***La création ou l'aménagement de sous-sols***, à l'exception des cas particuliers mentionnés à l'article 2.



**Article 2 : Sont admis :**

**Tout ce qui n'est pas interdit à l'article 1 est autorisé sous réserve, pour la création ou l'extension de bâtiments, de respecter les dispositions suivantes :**

- (a) En tout point des constructions, les premiers planchers aménagés\* doivent être implantés a minima 20 cm au-dessus du niveau du terrain naturel sous le point considéré.
- (b) Par exception à l'article (a), peut être réalisée sans respecter la réhausse de 20 cm :
- l'extension des locaux d'hébergement existants (*y compris par changement de destination ou création de surface de plancher*) dans la limite de 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol\* supplémentaire,
  - l'extension des bâtiments d'activité ou de stockage (*y compris par changement de destination ou création de surface de plancher*) dans la limite de 20 % d'emprise au sol supplémentaire,
  - la création d'annexe\* dans la limite de 20 m<sup>2</sup>,
  - l'implantation des parkings fermés dans la limite de 20 m<sup>2</sup> d'emprise au sol\* par logement sur l'unité foncière.
- (c) Dans le cas de création d'aire de stationnement collective\* souterraine, que leur accès soit situé a minima 50 cm au-dessus du niveau du terrain naturel et qu'une étanchéité suffisante et des moyens d'assèchement adéquats soient mis en œuvre.
- (d) Mise en œuvre les mesures de mitigation\* sur l'ensemble du bâtiment : dans le cas d'un projet sur l'existant (extension, changement de destination), la mise en œuvre des mesures de mitigation est simplement recommandée.





*THÉODORA*  
- Diagnostic écologique partiel -



Julien BARET, Ingénieur Ecologue-Naturaliste – déc. 2020 – *DOCUMENT INTERNE*

## ÉTAT DES LIEUX

Le site de Théodora a été très rapidement visité le 27 avril 2020.

### ▪ Situation

Le site est essentiellement occupé par des bâtiments, des parkings et des voiries.

Le ruisseau des Aygalades traverse la zone sous la forme de cours d'eau partiellement couvert et bétonné.

Les rails de l'ancienne ligne de chemin de fer longent le site.



### ▪ Milieux

De rares plantations ornementales et paysagères existent, limitées à un petit alignement de platanes et à des haies de bordures plantées de laurier rose.

Une végétation naturelle spontanée occupe les espaces délaissés, les zones interstitielles et quelques fissures dans le béton ou le bitume : c'est une végétation typique des jardins, des bords de chemins et des décombres. Elle présente une certaine luxuriance, avec quelques espèces à floraisons spectaculaires.

Les bordures du ruisseau des Aygalades, même canalisé et s'écoulant sur radier béton, présentent également une végétation d'affinités humide ou aquatique plus marquées.





### ▪ Intérêt écologique

Bien qu'en contexte urbain, cet ensemble présente une diversité biologique importante. Plus de 70 espèces végétales, la plupart indigènes et spontanées ont déjà pu être répertoriées ce qui augure de très bonnes potentialités pour la biodiversité locale. De nombreuses espèces animales, parmi les groupes des insectes, des reptiles, des batraciens, des oiseaux et même des mammifères, sont également susceptibles d'exploiter les richesses de la végétation. Il s'agit d'une biodiversité ordinaire mais qui mérite l'attention, les écosystèmes les plus communs étant aujourd'hui menacés dans le monde. Elle concerne notamment les papillons, les oiseaux, les reptiles et même les mammifères (chauves-souris généralistes, notamment). En plus des espèces franchement urbaines (pigeon, moineaux...), quelques espèces typiques des jardins comme la Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*, oiseau), les papillons Tircis (*Pararge aegeria*) et Piéride de la rave (*Pieris rapae*) ainsi qu'un reptile, la Tarente de Maurétanie (*Tarentola mauritanica*) ont pu être observées lors de la visite rapide du site.

De réelles possibilités de valorisation écologique existent donc sur le site.



Valériane rouge (*Centranthus ruber*), Chrysanthème des jardins (*Glebionis coronaria*) et Coquelicot (*Papaver rhoeas*)



Les végétaux, supports de biodiversité, colonisent spontanément les espaces disponibles  
Molène sinuée (*Verbascum sinuatum*), Figuier (*Ficus carica*), Ache nodiflore (*Helosciadium nodiflorum*), Lierre (*Hedera helix*), Araujia (*Araujia sericifera*), Ailante (*Ailanthus altissima*), avec papillon Tircis (*Pararge aegeria*)

## **PROJET**

Les atouts écologiques du site reposent à la fois sur la présence du ruisseau des Aygalades, corridor écologique majeur de cette zone de Marseille et sur la présence d'un réseau d'espaces verts et de friches environnants, constituant un vaste ensemble déjà fonctionnel écologiquement. L'ensemble est reconnu comme corridor essentiel du secteur au travers de la Trame Verte et Bleue inscrite dans le PLU.

### ▪ **Renaturation**

La renaturation du cours d'eau des Aygalades au niveau du site est envisagée dans le projet.

La végétation du ruisseau sur une partie de son cours naturel (secteur de la cascade) a été étudiée parallèlement au projet (J.Baret 2020). Elle est constituée d'un ensemble de milieux riverains arborés et de végétations herbacées semi-aquatiques et amphibies typiques et diversifiés. Cette végétation spontanée pourra servir de modèle à la renaturation du ruisseau et les connexions naturelles avec le lit plus naturel en amont permettront aux espèces animales de coloniser le site.



Richesses du ruisseau des Aygalades dans ses parties naturelles (hors site)



Laîche pendante (*Carex pendula*) et Sureau noir (*Sambucus nigra*)  
(hors site)





Libellules : Petite nymphe au corps de feu (*Pyrrhosoma nymphula*) et Caloptéryx hémorroïdal (*Calopteryx haemorrhoidalis*)



jeune Grenouille rieuse (*Pelophylax ridibundus*) et Piéride du navet (*Pieris napi*)  
(hors site)

#### ▪ Végétalisation

Dans le cadre de la valorisation et de d'éco-conception du projet, la végétalisation active pourra jouer un grand rôle dans la limitation des îlots de chaleurs, dans la bonne infiltration des eaux de pluies et évidemment d'un point de vue éco-paysager.

Cette végétalisation doit être pensée en cohérence avec les espaces verts et naturels voisins, dans l'optique d'une articulation et d'une fonctionnalité écologique commune avec le projet de Parc des Ayalades, notamment.

L'implantation d'essences arborées et arbustives structurantes adaptées au site permettra de constituer une base intéressante et servir de support à toute une biodiversité urbaine spontanée.

Différents types de milieux pourront ainsi être définis lors des aménagements, selon leur situation :

- des espaces ornementaux de jardins, de pergolas et de treilles, situés à proximités des bâtiments ;
- des espaces herbeux de pelouses et de prairies, fleuries d'espèces locales nectarifères ;
- des réseaux de haies champêtres, des bosquets et alignements d'arbres ;
- des berges et espaces rivulaires du ruisseau, arborés et agrémentés d'espèces végétales amphibies, dites hélrophytes.



Une attention particulière sera nécessaire pour le profilage de ces milieux. Une palette végétale adéquate devra être définie pour chaque unité.

L'utilisation d'espèces de plantes locales et indigènes permettra la meilleure adaptation aux conditions locales, mais aussi aux perturbations et aux évolutions climatiques. Le Frêne à feuilles étroites (*Fraxinus angustifolia*), le Figuier (*Ficus carica*), le Lierre (*Hedera helix*) ou la laïche pendante (*Carex pendula*) sont des espèces intéressantes, déjà présentes et qui pourraient être valorisées.

#### ▪ Petits équipements et aménagements utiles pour la biodiversité

Les petits détails peuvent tout changer pour l'expression de la biodiversité. En effet, en procurant des gîtes temporaires aux espèces, on maximisera leur présence sur le site.

##### Mise en place d'hôtel(s) à insectes

Les hôtels à insectes sont destinés à accueillir la petite faune des auxiliaires du jardin et les pollinisateurs sauvages. Ils pallient en général les manques de microhabitats dans les jardins (interstices, cavités naturelles, herbes sèches, bois mort..).

##### Nichoirs pour les oiseaux et gîtes à chauves-souris

Destiné à accueillir les espèces communes des parcs et jardins et du bâti, les nichoirs pallient en général les manques de cavités naturelles dans les arbres de jardins et l'absence de rebords ou de cavités favorables sur les bâtiments.

##### Pierre sèche

Les murets en pierre sèche traditionnels permettent avec le temps une occupation par quelques espèces de la flore. Toute une petite faune peut également y trouver nourriture ou refuge dans les interstices laissés entre les pierres.

Des abris et gîtes dédiés et de graines de plantes peuvent également y être activement implantés.

##### Lampadaires et lumières non nuisibles pour la faune

Les nuisances de la lumière artificielle sur les insectes et les animaux nocturnes sont bien documentées. Quelques adaptations sont utiles pour en limiter les impacts : n'éclairer que les parties nécessaires et limiter les temps d'éclairages. Il est important aussi d'éviter les ampoules qui émettent des UV ; les éclairages orange seraient moins impactant pour la faune.

## ANNEXE

### Relevé de végétation :

Cabinet d'expertises *BIODIV* 27/04/20 Relevé de terrain BARET Julien  
friche urbaine, milieux rudéral, décombres et bordure de ruisseau.

Nom scientifique	Type biologique	Origine
<i>Ficus carica</i> L., 1753	Phanérophyte	Local
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl, 1804	Phanérophyte	Local
<i>Ulmus minor</i> Mill., 1768	Phanérophyte	Local
<i>Clematis vitalba</i> L., 1753	Phanérophyte lianescent	Local
<i>Hedera helix</i> L., 1753	Phanérophyte lianescent	Local
<i>Vitis vinifera</i> L., 1753	Phanérophyte lianescent	Local
<i>Celtis australis</i> L., 1753	Phanérophyte	Archéophyte
<i>Platanus x hispanica</i> Mill. ex Münchh., 1770	Phanérophyte	Cultivar
<i>Prunus domestica</i> L., 1753	Phanérophyte	Archéophyte
<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle, 1916	Phanérophyte	Asie
<i>Elaeagnus x submacrophylla</i> Servett., 1908	Phanérophyte	Asie
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton, 1810	Phanérophyte	Asie
<i>Morus alba</i> L., 1753	Phanérophyte	Asie
<i>Araujia sericifera</i> Brot., 1818	Phanérophyte lianescent	Amérique
<i>Nicotiana glauca</i> Graham, 1828	Phanérophyte	Amérique
<i>Acer negundo</i> L., 1753	Phanérophyte	Amérique
<i>Phoenix</i> L., 1753	Phanérophyte	Afrique
<i>Nerium oleander</i> L., 1753	Microphanérophyte	Cultivar Afrique (Local)
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott, 1818	Nanophanérophyte	Local
<i>Centranthus ruber</i> (L.) DC., 1805	Chaméphyte	Local
<i>Convolvulus arvensis</i> L., 1753	Géophyte	Local
<i>Allium polyanthum</i> Schult. & Schult.f., 1830	Géophyte bulbeuse	Local
<i>Nasturtium officinale</i> W.T.Aiton, 1812	Hélophyte	Local
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L., 1753	Hémicryptophyte	Local
<i>Centaurea aspera</i> L., 1753	Hémicryptophyte	Local
<i>Conium maculatum</i> L., 1753	Hémicryptophyte	Local
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers., 1805	Hémicryptophyte	Local
<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter, 1973	Hémicryptophyte	Local
<i>Lolium perenne</i> L., 1753	Hémicryptophyte	Local
<i>Melissa officinalis</i> L., 1753	Hémicryptophyte	Local
<i>Oloptum miliaceum</i> (L.) Röser & Hamasha, 2012	Hémicryptophyte	Local
<i>Parietaria judaica</i> L., 1756	Hémicryptophyte	Local
<i>Picris hieracioides</i> subsp. <i>hieracioides</i> L., 1753	Hémicryptophyte	Local
<i>Plantago lanceolata</i> L., 1753	Hémicryptophyte	Local
<i>Poa trivialis</i> L., 1753	Hémicryptophyte	Local
<i>Rumex cristatus</i> DC., 1813	Hémicryptophyte	Local
<i>Tragopogon porrifolius</i> L., 1753	Hémicryptophyte	Local

<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) Scop. ex F.W.Schmidt, 1795	Hémicryptophyte	Local
<i>Andryala integrifolia</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Anisantha diandra</i> gpe	Thérophyte	Local
<i>Anisantha sterilis</i> (L.) Nevski, 1934	Thérophyte	Local
<i>Anisantha tectorum</i> (L.) Nevski, 1934	Thérophyte	Local
<i>Asphodelus fistulosus</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link, 1799	Thérophyte	Local
<i>Carduus pycnocephalus</i> L., 1763	Thérophyte	Local
<i>Chenopodium album</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Cichorium intybus</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Crepis foetida</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>taraxacifolia</i> (Thuill.) Thell. ex Schinz & R.Keller, 1914	Thérophyte	Local
<i>Diplotaxis eruroides</i> (L.) DC., 1821	Thérophyte	Local
<i>Erodium malacoides</i> (L.) L'Hér., 1789	Thérophyte	Local
<i>Fumaria capreolata</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Galium aparine</i> subsp. <i>aparine</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Geranium rotundifolium</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Glebionis coronaria</i> (L.) Cass. ex Spach, 1841	Thérophyte	Local
<i>Helosciadium nodiflorum</i> (L.) W.D.J.Koch, 1824	Thérophyte	Local
<i>Hordeum murinum</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Lactuca serriola</i> L., 1756	Thérophyte	Local
<i>Mercurialis annua</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Papaver rhoeas</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Poa annua</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L., 1759	Thérophyte	Local
<i>Reseda alba</i> subsp. <i>alba</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Rostraria cristata</i> (L.) Tzvelev, 1971	Thérophyte	Local
<i>Sisymbrium irio</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Sonchus oleraceus</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Sonchus tenerrimus</i> L., 1753	Thérophyte	Local
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill., 1789	Thérophyte	Local
<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop. ex F.W.Schmidt, 1795	Thérophyte	Local
<i>Cyperus</i> L., 1753		Local
<i>Vicia</i> L., 1753		Local

Aucune espèce protégée de la flore n'a été identifiée dans le cadre cet inventaire partiel.

## Palette végétale par milieux/strates

Cette palette intègre le maximum de végétaux d'origine locale (espèces naturelles indigènes, archéophytes) ainsi que quelques exotiques typiques. Elle prend également en compte les problèmes d'invasion liés aux espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE).

### STRATE ARBORESCENTE

#### VERSANT

*Quercus pubescens*

*Acer monspessulanum*

*Quercus ilex*

*Pinus halepensis*

*Pyrus spinosa*

*Sorbus domestica*

*Olea europaea*

#### BÂTIMENTS

*Tilia platyphyllos*

*Aesculus hippocastanum*

*Celtis australis*

*Platanus hispanica*

*Morus alba*

*Vitis vinifera*

#### RIVES RUISSEAU

*Acer campestre*

*Ulmus minor*

*Fraxinus angustifolia*

*Populus nigra neapolitana*

*Populus alba*

*Salix alba*

*Prunus domestica*

### STRATE ARBUSTIVE

#### VERSANT

*Viburnum tinus*

*Lonicera implexa*

*Pistachia terebinthus*

*Pistachia lentiscus*

*Juniperus oxycedrus*

*Phillyrea angustifolia*

*Bupleurum fruticosum*

*Phillyrea latifolia*

*Rhamnus alaternus*

#### BÂTIMENTS

*Vitex agnus-castus*

*Nerium oleander*

*Syringa vulgaris*

*Cydonia oblonga*

*Viburnum tinus*

*Aloysia citriodora*

*Salvia officinalis* subsp. *officinalis*

*Lavandula x intermedia*

## RIVES

*Crataegus monogyna*

*Euonymus europaeus*

*Cornus sanguinea*

*Ficus carica*

*Hedera helix*

*Sambucus nigra*

*Rosa canina*

*Corylus avellana*

*Ligustrum vulgare*

*Laurus nobilis*

## **STRATE SOUS-ARBUSTIVE (Chamaephytes)**

*Rosmarinus officinalis*

*Euphorbia characias*

*Lotus hirsutus*

*Cistus albidus*

*Thymus vulgaris*

*Helichrysum stoechas*

*Saponaria ocymoides*

## **STRATE HERBACÉE**

### EAU

*Helosciadium nodiflorum*

*Carex pendula*

*Nasturtium officinale*

*Phragmites australis*

*Typha angustifolia*

*Juncus inflexus*

### RIVES

*Lythrum salicaria*

*Lysimachia vulgaris*

*Eupatorium cannabinum*

*Lycopus europaeus*

*Mentha aquatica*

### VERSANTS

*Jacobaea maritima*

*Glebionis coronaria*

*Convolvulus althaeoides*

*Agrostemma githago*

*Papaver rhoeas*

*Centranthus ruber*

*Achillea millefolium*

*Origanum vulgare*

*Gaucium flavum*

*Melica ciliata*

*Lobularia maritima*

*Onobrychis saxatilis*



### BÂTIMENTS (espèces exotiques)

*Trachospermum jasminoïdes*

*Campsis radicans*

*Plumbago auriculata*

*Wisteria sinensis*

*Bougainvillea spectabilis*

### VERSANTS

*Hedera helix*

*Smilax aspera*

*Lonicera implexa*

### RIVES

*Clematis vitalba*

*Rosa sempervirens*

*Convolvulus sepium*

### **ATTENTION :**

Espèces exotiques envahissantes notoires, à proscrire absolument : *Lonicera japonica*, *Parthenocissus inserta*, *Araujia sericifera*, *Fallopia aubertii*, *Polygala myrtifolia*, *Ipomoea indica*, *Vitis rupestris* chez les lianes, ainsi que les autres espèces suivantes également parfois employées dans les aménagements paysagers : *Acer negundo*, *Cortaderia selloana*, *Buddleja davidii*, *Ailanthes altissima*, *Robinia pseudoacacia*, *Ligustrum lucidum*, *Penicetum villosum*, *Gleditsia triacanthos*, *Erigeron karvinskianus*, *Ludwigia peploides*...

**THÉODORA**  
- Inventaire ponctuel des chiroptères -



Julien BARET & Raphael COLOMBO (Asellia), Ingénieurs Ecologues-Naturalistes – juin. 2021 –  
**DOCUMENT INTERNE**



Un inventaire des chauves-souris a été réalisé à partir des enregistrements sonores effectués la nuit du 1<sup>er</sup> avril au 2 avril 2021 par Raphaël COLOMBO.

## Objectifs

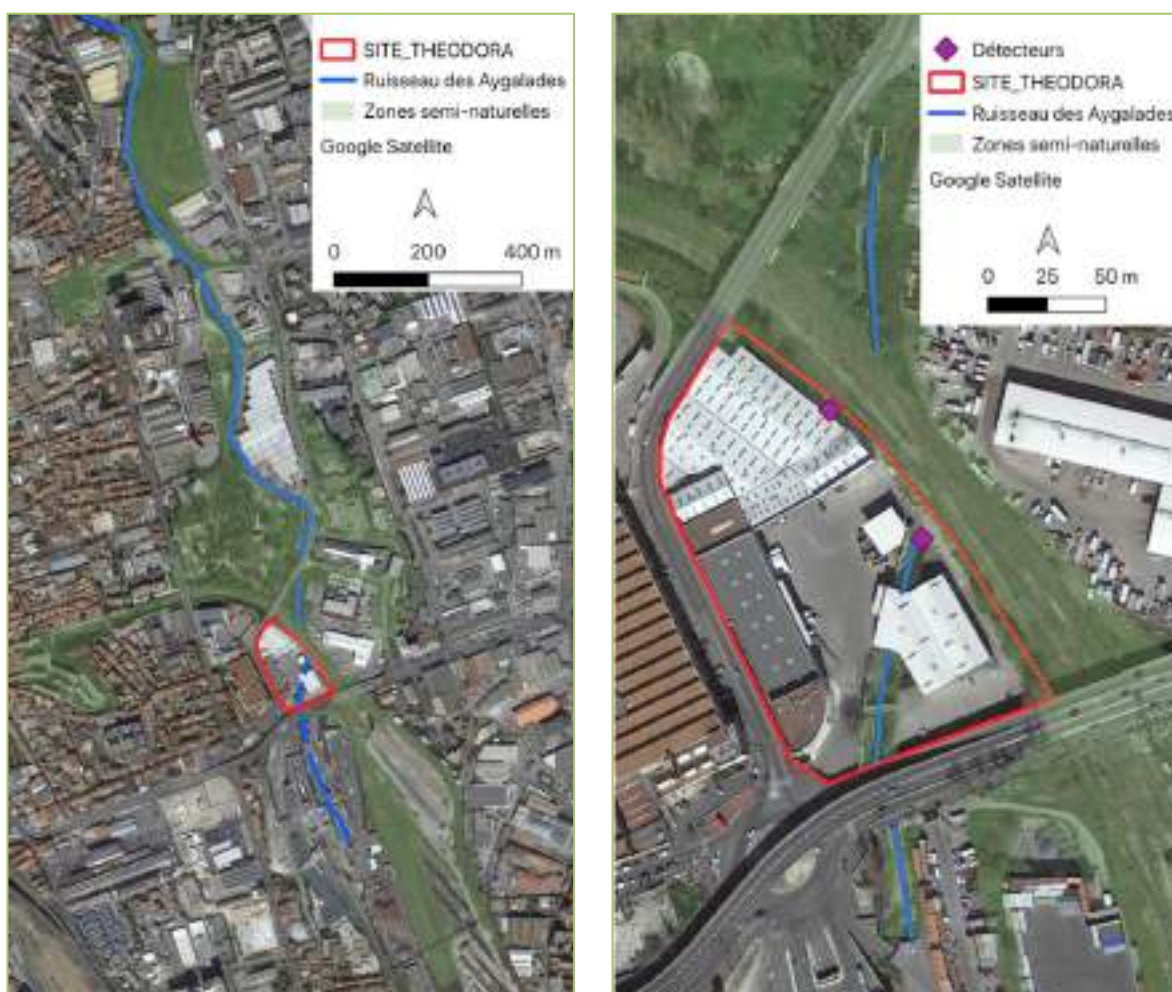
Cet inventaire très partiel vise une première évaluation de l'activité des chauves-souris sur la zone en fin d'hiver - début de printemps.

Aucun inventaire hivernal n'a été mené ; les milieux représentés par les bâtiments et les arbres présents ne nous ayant pas paru favorables à l'hivernage des chauves-souris.

## Méthode

2 capteurs sonores ont été déposés sur le site en vue d'une détection des sons émis par les espèces durant la nuit (cris de chasse, cris sociaux).

L'un des capteurs a été positionné derrière les bâtiments à proximité des voies ferrées voisines ; un autre a été installé au débouché du tunnel sur le ruisseau des Aygalades (cours bétonné).



**Localisation du site au sein de son environnement :** la zone est très artificialisée mais subsistent des poches végétalisées à proximité ainsi que le ruisseau des Aygalades, bétonné à ce niveau.

## Résultats

L'activité de 5 espèces de chauves-souris a pu être détectée. Les valeurs indiquées ci-dessous correspondent au nombre de contacts de 5 secondes enregistrés par espèce durant l'ensemble de la nuit.

Afin de qualifier l'activité des chiroptères, nous nous basons sur le référentiel national réalisé par le Muséum National d'Histoires Naturelles (MNHN) dans le cadre du programme Vigie Chiro mis à jour en 2020.

Activité	Faible (-)	Modéré (+)	Forte (++)	Très forte (+++)
----------	------------	------------	------------	------------------

	Pipkuh	Minsch	Pippip	Pipnat	Pippyg	Total général
<i>FricheBatiment</i>	176	2	43	12	233	466
<i>PontAigalade</i>	862		1024	1	2143	4030
<b>Total général</b>	<b>1038</b>	<b>2</b>	<b>1067</b>	<b>13</b>	<b>2376</b>	<b>4496</b>

## Interprétation

Les chauves-souris suivantes ont été identifiées à partir des enregistrements :

Espèces	<i>Friche Bâtiment</i>		<i>Pont Aigalade</i>	
	<i>Nb de contact</i>	<i>Activité</i>	<i>Nb de contact</i>	<i>Activité</i>
Pipistrelle pygmée, <i>Pipistrellus pygmaeus</i>	233	Forte	2143	Très Forte
Pipistrelle commune, <i>Pipistrellus pipistrellus</i>	43	Modérée	1024	Forte
Pipistrelle de Kuhl, <i>Pipistrellus kuhlii</i>	176	Modérée	862	Forte
Pipistrelle de Nathusius, <i>Pipistrellus nathusii</i>	12	Modérée	1	Faible
Minioptère de Schreibers, <i>Miniopterus schreibersii</i>	2	Modérée		
TOTAL	466		4030	
Nombre d'espèces contactées	5		4	

Les quatre premières (pipistrelles) sont des chauves-souris plutôt anthropophiles dont la présence est (assez) habituelle en milieu urbain. Le Minioptère de Schreibers est, quant à elle, une espèce patrimoniale rare dont les exigences de reproduction en milieu naturel (grottes et anciennes carrières) sont très particulières ; néanmoins sa recherche de nourriture à Marseille en milieu urbain est déjà connue et documentée.

## **Discussion**

### **Activités des chiroptères**

Malgré un nombre relativement faible d'espèces contactées, la zone du projet en elle-même s'est révélée attractive pour les chiroptères, avec des activités modérées à fortes pour plusieurs espèces, notamment au-dessus du ruisseau des Aysgalades. Ces résultats sont surprenant, à la fois du fait du caractère très urbain de la zone, mais également en raison de la période précoce des inventaires souvent peu propice à des activités de chasse importante.

Malgré sa pollution évidente, le ruisseau des Aysgalades est sans doute très productif en petits insectes liés à la présence du cours d'eau (abondance de moustiques et moucheron...) et à la végétation attenante. A cette période de l'année, il joue vraisemblablement un rôle important dans l'activité de chasse et le maintien des populations de Pipistrelles du secteur.

Par ailleurs, le secteur du projet est contigu à l'emprise des voies ferrées et aux espaces verts du Parc Bilou. L'ensemble présente localement des zones de chasses plus favorables que les milieux bétonnés alentours (zones herbacées et arbustives...) ainsi que d'éventuels gîtes arboricoles.

Ainsi, les différents espaces attenants à la zone d'étude (voies de chemin de fer, Parc Bilou, Ruisseau des Aysgalades) constituent un réseau de milieux semi-naturels favorables au sein d'une matrice très urbaine, et jouant sans doute un rôle très important tant dans la chasse que les gîtes pour plusieurs espèces de Pipistrelles et notamment la Pipistrelle pygmée, la Pipistrelle commune et la Pipistrelle de Kuhl.

### **Potentialités en gîte sur la zone d'étude :**

Les potentialités en gîte pour les chiroptères sont faibles sur la zone. Les bâtiments, pour la plupart des hangars en béton et métal ainsi que les immeubles de bureau installés ne présentent pas de fissures, de disjointements ou de gîtes potentiels favorables.

Aucun arbre remarquable à cavité n'a également pu être observé (excepté le platane à l'entrée du site) Les tunnels des cours souterrains du ruisseau ne nous semblent pas non plus propices au gîte, car trop humides.

### **Impacts des destructions de bâtiments et des zones de parkings et des zones de délaissés herbeux.**

En considérant une absence de chauves-souris en gîte, en repos ou en hivernage dans les bâtiments et en gîte, en repos ou en hivernage dans les cours souterrains du ruisseaux, aucun impact sur les chiroptères n'est à prévoir lors des aménagements prévus.

### **Effets probables d'une réhabilitation écologique de la zone**

Dans l'optique de mise en œuvre des aménagements tels qu'ils nous ont été présentés (restauration du cours d'eau, plantation de ripisylve, désimperméabilisation des sols, flore autochtone préconisées etc.) une amélioration nette de l'attractivité de la zone pour les chauves-souris est à prévoir. A condition que soient mis en œuvre de véritables principes d'écologisation et non simplement des mesures de végétalisation ou de verdissement, elle pourra concerner à la fois les corridors utiles pour les déplacements et pour l'alimentation (chasse), ainsi que d'éventuels des gîtes de repos, d'hivernage ou même de reproduction.



**Foncière Jaguar**  
**Campus Théodora à Marseille (13)**

Volet Air et Santé de l'Evaluation environnementale

Rapport d'EODD Ingénieurs Conseils

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>RESUME NON TECHNIQUE – SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>GENERALITES SUR LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE</b>	<b>10</b>
2.1	DEFINITION	10
2.2	ORIGINES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE EN FRANCE	10
2.3	EFFETS SUR LA SANTE	11
<b>3.</b>	<b>CONTEXTE REGLEMENTAIRE</b>	<b>12</b>
3.1	REGLEMENTATION EUROPEENNE	12
3.2	REGLEMENTATION FRANÇAISE	12
3.2.1	<i>Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie ou loi « LAURE »</i>	12
3.2.2	<i>Valeurs réglementaires de référence (concentrations)</i>	13
3.2.3	<i>Réglementation sur les aménagements routiers</i>	15
3.2.4	<i>Déclinaison de la réglementation sur les aménagements routiers</i>	17
3.2.4.1	Définition de la zone d'étude	17
3.2.4.2	Définition de la bande d'étude	17
3.2.4.3	Définition du niveau d'étude	18
3.2.4.4	Choix des polluants	20
<b>4.</b>	<b>ETAT INITIAL BIBLIOGRAPHIQUE</b>	<b>21</b>
4.1	ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA QUALITE DE L'AIR	21
4.1.1	<i>Schéma Régional D'Aménagement du Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET)</i>	21
4.1.2	<i>Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) des Bouches du Rhône</i>	22
4.1.3	<i>Surveillance de la qualité de l'air (Réseau ATMO FRANCE)</i>	23
4.1.3.1	Métropole Aix Marseille Provence	24
4.1.3.2	Qualité de l'air en lien avec l'activité du GPMM (Grand Port Maritime de Marseille)	28
4.1.4	<i>Qualité de l'air à proximité du site d'étude</i>	29
4.1.4.1	Stations de mesures ATMO les plus proches	29
4.1.4.2	Etude ATMO – Euroméditerranée	31
4.1.4.3	Etude air-santé dans le cadre des extensions du tramway	36
4.2	ENVIRONNEMENT DU SECTEUR D'ETUDES ET OCCUPATION DU SOL	41
4.2.1	<i>Site d'étude</i>	41
4.2.1.1	Occupation du sol	41
4.2.1.2	Phase exploitation	43
4.3	INVENTAIRE DES SOURCES D'EMISSIONS	46
4.3.1	<i>Trafic routier</i>	46
4.3.2	<i>Autres sources d'émissions</i>	47
4.3.2.1	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)	47
4.3.2.2	Inventaire historique des sites industriels et activités de service (BASIAS)	48
4.4	DONNEES DE POPULATION	50
4.4.1	<i>Structure de la population de la commune</i>	50
4.5	VOIES D'EXPOSITION DE LA POPULATION	51
4.5.1	<i>Exposition quotidienne</i>	51
4.5.2	<i>Etablissements sensibles</i>	52
<b>5.</b>	<b>METHODOLOGIE</b>	<b>54</b>

5.1	CAMPAGNE DE MESURES IN SITU .....	54
5.1.1	<i>Méthodologie générale</i> .....	54
5.1.2	<i>Points de prélèvements</i> .....	55
5.1.3	<i>Suivi des conditions météorologiques</i> .....	59
5.1.4	<i>Suivi atmosphérique pendant les mesures</i> .....	60
5.2	METHODOLOGIE DE L'ESTIMATION DE POLLUANTS DUS AU TRAFIC ROUTIER.....	62
5.2.1	<i>Principe – Modèle Copert</i> .....	62
5.2.2	<i>Parc automobile</i> .....	63
5.2.3	<i>Brins considérés</i> .....	65
5.2.4	<i>Trafic par tronçon</i> .....	65
5.2.5	<i>Vitesses maximales autorisées</i> .....	66
5.2.6	<i>Caractéristiques d'un déplacement moyen du territoire</i> .....	66
<b>6.</b>	<b>CAMPAGNE DE MESURE IN SITU .....</b>	<b>68</b>
6.1	PRESENTATION DES VALEURS DE REFERENCE.....	68
6.2	PRESENTATION DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE .....	69
6.3	INTERPRETATION PAR POLLUANT .....	73
6.3.1	<i>Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</i> .....	73
6.3.2	<i>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</i> .....	73
6.3.3	<i>Métaux lourds</i> .....	73
6.4	INTERPRETATION POUR CERTAINS POINTS DE MESURE.....	75
6.5	INTERPRETATION GENERALE DES RESULTATS DES CAMPAGNES ET ENJEUX LIES A LA POLLUTION DE L'AIR SUR LE SECTEUR DU PROJET.....	75
<b>7.</b>	<b>RISQUES SANITAIRES.....</b>	<b>77</b>
7.1	BILAN ET COMPARAISON AUX SEUILS REGLEMENTAIRES .....	77
<b>8.</b>	<b>EFFETS DU PROJET .....</b>	<b>79</b>
8.1	EVOLUTIONS D'APRES LA BIBLIOGRAPHIE - ÉTUDE AIR-SANTE DES EXTENSIONS DU TRAMWAY.....	79
8.1.1	<i>Estimations des émissions</i> .....	79
8.1.2	<i>Modélisation des concentrations</i> .....	80
8.2	ESTIMATION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES INDUITES PAR LE PROJET .....	82
<b>9.</b>	<b>MESURES TYPES .....</b>	<b>86</b>
9.1	LIMITER L'EXPOSITION DES USAGERS AUX POLLUTIONS ATMOSPHERIQUES.....	86
9.2	ORGANISER LA FORME URBAINE POUR FAVORISER LA DISPERSION DES POLLUANTS .....	86
9.3	VEGETALISER L'ÎLOT .....	87
9.4	ADAPTER LES BATIMENTS .....	88
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>89</b>
<b>11.</b>	<b>LIMITES DE L'ÉTUDE .....</b>	<b>90</b>
<b>12.</b>	<b>ANNEXE.....</b>	<b>91</b>
12.1	ANNEXE 1 : NORMES DE QUALITE DE L'AIR EN FRANCE (SOURCE : MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, CONSULTE LE 01/06/2020) .....	91

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURES DE QUALITE DE L'AIR ATMO LES PLUS PROCHES (SOURCE : ATMO SUD) .....	8
FIGURE 2 : PART DES SECTEURS D'ACTIVITES DANS LES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES (SOURCE : CITEPA 2015).....	10
FIGURE 3 : MALADIES ET SYMPTOMES LIES A LA POLLUTION DE L'AIR (SOURCE : AIRAQ) .....	11
FIGURE 4 : LISTE DES POLLUANTS A PRENDRE EN COMPTE DANS LES EQRS (SOURCE : LEGIFRANCE).....	16
FIGURE 5 : DENSITES DE POPULATION ET TYPE DE BATI (SOURCE : NOTE METHODOLOGIQUE CEREMA).....	18
FIGURE 6 : SYNTHESE DU CONTENU ATTENDU DE L'ETUDE DE LA SOLUTION RETENUE (SOURCE : CEREMA)...	19
FIGURE 7 : LISTE DES POLLUANTS A PRENDRE EN COMPTE (SOURCE : CEREMA).....	20
FIGURE 8 : GAINS PAR SECTEUR ET PAR POLLUANTS ESTIMES PAR LES ACTIONS DU PPA DES BOUCHES DU RHONE .....	23
FIGURE 9 : REPARTITION DES EMISSIONS POLLUANTES SUR LA METROPOLE D'AIX MARSEILLE PROVENCE – ANNEE 2015 (SOURCE : ATMO) .....	24
FIGURE 10 : CONCENTRATIONS DU 26EME MAXIMUM JOURNALIER SUR 8H DE CONCENTRATION EN OZONE EN 2019 (SOURCE : ATMO SUD/OPENDATA) .....	25
FIGURE 11 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM <sub>10</sub> EN 2019 (SOURCE : ATMOSUD/OPENDATA) .....	26
FIGURE 12: CONCENTRATIONS EN PM <sub>10</sub> EN 2019 DU 36EME JOUR LE PLUS POLLUE (SOURCE : ATMOSUD/OPENDATA) .....	26
FIGURE 13 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO <sub>2</sub> EN 2019 (SOURCE : ATMOSUD/OPENDATA) .....	27
FIGURE 14 : INDICE SYNTHETIQUE DE L'AIR – NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> ET O <sub>3</sub> , EN 2019 DANS LES BOUCHES-DU-RHONE (SOURCE : ATMO SUD/OPENDATA) .....	28
FIGURE 15 : SITUATION DU SITE D'ETUDE PAR RAPPORT AUX BASSINS DU GPMM EMETTEURS DE NO <sub>x</sub> .....	29
FIGURE 16 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURES DE QUALITE DE L'AIR ATMO LES PLUS PROCHES (SOURCE : ATMO SUD) .....	30
FIGURE 17 : CONCENTRATIONS ANNUELLES EN NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> ET 26EME MAXIMUM JOURNALIER DE LA MOYENNE SUR 8H LE PLUS ELEVE POUR L'OZONE POUR 2018 (SOURCE : ATMO).....	32
FIGURE 18 : PROFILS JOURNALIERS MOYENS DU SO <sub>2</sub> A MARSEILLE / PLACE VERNEUIL ET MARSEILLE / LONGCHAMP EN 2019 .....	33
FIGURE 19 : A GAUCHE = REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE DU NOMBRE D'HABITANTS EXPOSE A DES CONCENTRATIONS DE NO <sub>2</sub> SUPERIEURES A LA LIMITE REGLEMENTAIRE A MARSEILLE EN 2018 A DROITE = EXPOSITION DES POPULATIONS A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA ZONE EUROMEDITERRANNEE EN 2018 (SOURCE : ATMO).....	33
FIGURE 20 : A GAUCHE = REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE DU NOMBRE D'HABITANTS EXPOSE A DES CONCENTRATIONS DE PM <sub>2.5</sub> ET PM <sub>10</sub> SUPERIEURES A LA LIMITE REGLEMENTAIRE A MARSEILLE EN 2018, A DROITE = EXPOSITION DES POPULATIONS A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA ZONE EUROMEDITERRANNEE (SOURCE : ATMO).....	34
FIGURE 21 : REPRESENTATION DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO <sub>2</sub> (µG/M <sup>3</sup> ) (ATMO).....	35
FIGURE 22 : REPRESENTATION DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN BENZENE (µG/M <sup>3</sup> ) (ATMO) .....	36
FIGURE 23 : LOCALISATION DU PROJET D'EXTENSIONS DU TRAMWAY 1 (SOURCE : ETUDE AIR/SANTE PAR EGIS) .....	37
FIGURE 24 : RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES QUALITE DE L'AIR DE JUIN 2018 (SOURCE : ETUDE AIR/SANTE PAR EGIS) .....	39



FIGURE 25 : CLIMATOGRAMME DE MARSEILLE (PERIODE 1971-2000) (SOURCE : FICHE CLIMATIQUE DE MARSEILLE).....	40
FIGURE 26 HAUTEUR DE PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES DE MARSEILLE (PERIODE 1971-2000) (SOURCE : FICHE CLIMATIQUE DE MARSEILLE).....	40
FIGURE 27 : ROSE DES VENTS A LA STATION DE MARSEILLE (13) (SOURCE : FICHE CLIMATIQUE DE MARSEILLE) .....	41
FIGURE 28 : OCCUPATION DU SITE AU DROIT DU SITE D’ETUDE (SOURCE : EODD) .....	42
FIGURE 29 : CARTE LISTANT LES ENTREPRISES A PROXIMITE IMMEDIATE DU SITE (SOURCE : EODD).....	43
FIGURE 30 : PROJET DU CAMPUS THEODORA (SOURCE : CARTA ASSOCIES) .....	44
FIGURE 31 : RESEAU VIAIRE DESSERVANT LE SITE D’ETUDE (SOURCE DU FOND DE PLAN : GEOPORTAIL).....	46
FIGURE 32 : INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L’ENVIRONNEMENT - SOURCES POTENTIELLES POUVANT IMPACTER LA QUALITE DE L’AIR DU SECTEUR D’ETUDE (SOURCE : GEORISQUES) .....	48
FIGURE 33 : CARTE DE LOCALISATION DES SITES BASIAS AU DROIT DU SITE D’ETUDE (SOURCE : BASIAS GEORISQUES).....	49
FIGURE 34 : ENVIRONNEMENT PROCHE DU SITE D’ETUDE (SOURCE : EODD) .....	52
FIGURE 35 : CARTOGRAPHIE DES ETABLISSEMENTS POUVANT ACCUEILLIR DES PERSONNES SENSIBLES AUX ALENTOURS DU PROJET (SOURCE DU FOND DE PLAN : GEOPORTAIL).....	53
FIGURE 36 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURES (SOURCE : EODD) .....	56
FIGURE 37 : RELEVES DE SEPTEMBRE 2021 : PRECIPITATIONS, TEMPERATURES MAXIMALES ET MINIMALES - SOURCE : INFOCLIMAT – STATION DE MARSEILLE-MARIGNANE) .....	59
FIGURE 38 : TYPES DE VEHICULES UTILISES (SOURCE : THESE DE MASOUD FALLAH SHORSHANI « MODELISATION DE L’IMPACT DU TRAFIC ROUTIER SUR LA POLLUTION DE L’AIR ET DES EAUX DE RUISSELLEMENT »).....	64
FIGURE 39 : BRINS CONSIDERES UNIFORMES POUR LE TRAFIC DANS LES DIFFERENTS SCENARIOS : INITIAL + REFERENCE A GAUCHE, ETAT PROJET AU MILIEU ET IMPACTS CUMULES A DROITE (SOURCE : EODD).....	65
FIGURE 40 : CARTOGRAPHIE DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES SUR SITE DE SEPTEMBRE 2021– POLLUANTS SUIVIS REGLEMENTAIREMENT .....	71
FIGURE 41 : CARTOGRAPHIE DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES SUR SITE DE SEPTEMBRE 2021 – POLLUANTS NON SUIVIS REGLEMENTAIREMENT .....	72
FIGURE 42 : CARTE DES RESEaux ROUTIERS ET PROJECTIONS SUR LE RESEAU ROUTIER CONSIDERE COMME DONNEE POUR L’ETUDE AIR-SANTE DU TRAMWAY .....	79
FIGURE 43 : COMPARAISON DES EMISSIONS DE 3 POLLUANTS CALCULEES ENTRE LES 3 SCENARIOS .....	80
FIGURE 44 : COMPARAISON DES EMISSIONS DE 3 POLLUANTS CALCULEES ENTRE LES 3 SCENARIOS (ETAT DE REFERENCE A GAUCHE, FIL DE L’EAU AU MILIEU ET ETAT PROJETE A DROITE) POUR LE NO2 .....	81
FIGURE 45 : RESEAU MODELISE DE TRONÇONS ROUTIERS DE DESSERTE DU SITE A L’ETAT INITIAL (2020, A GAUCHE) ET A L’ETAT AVEC PROJET (2030, A DROITE).....	83

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : TABLEAU RECAPITULATIFS DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR .....	8
TABLEAU 2 : VALEURS DE REFERENCES PRINCIPALES DE LA REGLEMENTATION FRANÇAISE (SOURCE : AIRPARIF) .....	15
TABLEAU 3 : CRITERES PERMETTANT DE DEFINIR LA LARGEUR MINIMALE DE LA BANDE D'ETUDE (SOURCE : NOTE TECHNIQUE DE 2019 ABROGEANT LA CIRCULAIRE DE 2005) .....	17
TABLEAU 4 : NIVEAU D'ETUDE EN FONCTION DU TRAFIC, DE LA DENSITE DE POPULATION ET LA LONGUEUR DU PROJET ET POSITIONNEMENT PROJET (ENCADRE ROUGE).....	18
TABLEAU 5 : NORMALES ANNUELLES DE LA STATION METEOROLOGIQUE DE MARSEILLE (SOURCE : METEO FRANCE) .....	41
TABLEAU 6 : TABLEAU DES TRAFICS SUR LES VOIRIES ENTOURANT LE SITE D'ETUDE (SOURCE : TRANSITEC/EODD) .....	47
TABLEAU 7 : SITES ICPE RECENSES AUTOUR DU SECTEUR D'ETUDE (SOURCE : GEORISQUES) .....	47
TABLEAU 8 : SITES BASIAS RECENSES A PROXIMITE IMMEDIATE DU SITE D'ETUDE (SOURCE : BASIAS GEORISQUES).....	50
TABLEAU 9 : DONNEES DE POPULATIONS DE LA COMMUNE DE MARSEILLE (SOURCE : INSEE RP2018 EXPLOITATIONS PRINCIPALES).....	50
TABLEAU 10 : NORMES POUR LES METHODES D'ANALYSES DES ECHANTILLONS D'AIRS PRELEVES SUR SITE ..	55
TABLEAU 11 : DONNEES CONCERNANT LA POSE ET LA DEPOSE DES SUPPORTS DE PRELEVEMENTS DE LA CAMPAGNE : IMAGES ET DETAILS ASSOCIES AU TERRAIN.....	58
TABLEAU 12 : RELEVES METEOROLOGIQUES SUR LES DUREES DES PRELEVEMENTS (17 AU 27 SEPTEMBRE 2021) – SOURCE : INFOCLIMAT STATION DE MARSEILLE-MARIGNANE .....	59
TABLEAU 13 : INDICE DE POLLUTION EN NO2 SUR LA PERIODE DE MESURE (SOURCE : ATMO SUD) .....	61
TABLEAU 14 : TRAFIC ISSUS DE L'ETUDE TRAFIC DE TRANSITEC AU DROIT DU SITE D'ETUDE (SOURCE : ETUDE DE TRAFIC DE TRANSITEC).....	66
TABLEAU 15 : VALEURS REGLEMENTAIRES – SEUILS DE QUALITE DE L'AIR (SOURCES : DIRECTIVE 2008/50/CE CONCERNANT LA QUALITE DE L'AIR AMBIANT ET UN AIR PUR PUBLIE LE 21 MAI 2008).....	68
TABLEAU 16 : VALEURS DE REFERENCE SUR LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES (PLAQUETTE DE DEPOT)....	69
TABLEAU 17 : RESULTATS D'ANALYSES DE L'AIR (CONCENTRATIONS) SUR LE SECTEUR D'ETUDE COMPAREES AUX VALEURS DE REFERENCE .....	70
TABLEAU 18 : TABLEAU RECAPITULATIFS DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR .....	77

## 1. RESUME NON TECHNIQUE – SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

La pollution atmosphérique est définie comme : « l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, [...] ». L'exposition à des polluants de l'air favorise le développement de maladies chroniques graves, pouvant conduire à des décès. A l'échelle française, les transports constituent l'une des principales sources d'émissions de polluants atmosphériques, avec l'industrie, le résidentiel/tertiaire et l'agriculture. La réglementation française en termes de qualité de l'air s'appuie sur des directives européennes (conçues sur recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé). Elles définissent des valeurs réglementaires de référence pour certains polluants, en fonction de leur impact sur la santé humaine.

ATMO Sud réalise un suivi global de la qualité de l'air dans la région PACA, également dans la Métropole Toulonnaise. Dans le Var, les principaux polluants étudiés sont le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>) et les particules fines (PM<sub>10</sub>), notamment au niveau de la bande côtière urbanisée et le long des autoroutes A 8, A 50 et A 57 où se situe le site d'étude.

La présente étude comporte deux volets :

- En septembre 2021, une campagne de mesure de la qualité de l'air ambiant extérieur a été réalisée. Elle a consisté en la réalisation de prélèvements d'air ambiant au moyen d'échantillonneurs passifs pendant 10 jours avec analyse de dioxyde de soufre, de dioxyde d'azote, d'éléments métalliques (Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc) au droit de 6 points de prélèvements liés à l'emprise du projet d'aménagement ;
- Une estimation du flux d'émissions de polluants a été calculée au droit des voiries délimitant le site d'étude. Les émissions seront calculées via des outils basés sur la méthodologie Européenne COPERT pour « *Computer Program to calculate Emissions from Road Transport* ». Nous utiliserons les données de trafic et environnementales pour les transformer en un bilan des émissions par polluants en unité de masse par unité de temps (ex. kg/j). Ces estimations ont été réalisées sur trois scénarii : 2021 (état initial), 2025 (sans le projet) et 2025 (avec le projet).

La station fixe de mesure ATMO la plus proche du site d'étude est la station fixe « Saint Louis », de type « Fond/urbaine », mais également la stations « Place Verneuil » de types « Fond/urbaine ».

La station « Saint Louis » mesure les polluants suivants : NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, les PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub> et les PM<sub>10</sub>.

La station « Place Verneuil » mesure en plus le SO<sub>2</sub> et ne mesure pas les particules.



Figure 1 : Localisation des stations de mesures de qualité de l'air ATMO les plus proches (source : ATMO Sud)

Sur ces deux stations, parmi les polluants règlementés, aucun dépassement de la valeur limite moyenne annuelle sur ces 12 derniers mois n'a été observé.

En septembre 2021, des campagnes de mesure de la qualité de l'air ambiant extérieur ont été réalisées. Elles ont consisté en la réalisation de prélèvements d'air ambiant au moyen d'échantillonneurs passifs pendant dix jours avec analyse de dioxyde de soufre, de dioxyde d'azote, d'éléments métalliques (Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc) au droit de six points de prélèvements liés à l'emprise du projet.

Espèce	Mesure in situ – septembre 2021
NO <sub>2</sub>	Dépassement du seuil réglementaire (pour les points 1 et 5)
SO <sub>2</sub>	Inférieure au seuil réglementaire
Ni	Dépassements de la valeur de référence
Cr	Dépassements de la valeur de référence
Cd	Inférieur aux seuils de référence
Pb	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1 et 6)
Zn	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1 et 6)
Cu	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1, 4 et 6)

Tableau 1 : Tableau récapitulatifs des résultats de la campagne de mesure de la qualité de l'air

En conclusion :

Pour l'état initial, la mise en perspective de ces différents résultats indique un **dépassement de valeurs limites réglementaires pour les NOx**. Ces dépassements sont classiquement observés en zones périurbaines présentant des conditions de trafic similaires. La bibliographie (ATMO) confirme ces dépassements au niveau des axes routiers à fort trafic dans le secteur d'étude.

Les mesures ont également mis en avant des dépassements de valeurs indicatives mais non réglementaires **en métaux lourds (Nickel et Chrome sur l'ensemble des points)**. Dans le cas présent, ces valeurs importantes peuvent aussi être expliquées par les entreprises à proximité spécialisées entre autres dans le démantèlement d'épaves ou encore un commerce de détail d'équipements automobiles.

**La qualité de l'air est donc globalement moyenne à bonne**, avec des **concentrations plus importantes le long des infrastructures routières** que sont l'avenue Ibrahim Ali, le boulevard Capitaine Gèze. Les dépassements de valeurs limites réglementaires en NOx imputables au trafic se dispersent peu, et restent localisées principalement sur les axes routiers eux-mêmes. Les dépassements en métaux lourds sont ponctuels, et relèvent d'une pollution « de fond » sur l'ensemble de la région, et dont le trafic routier n'est pas particulièrement émetteur.

**Le territoire est sensible vis-à-vis du dioxyde d'azote, des particules en suspension et de l'ozone, avec des dépassements des valeurs limites (moyennes annuelles ou maximums sur plusieurs jours ou heures) : à proximité des axes routiers pour le dioxyde d'azote et les particules en suspension, et de manière « globale » pour l'ozone.**

Concernant les estimations des flux d'émissions de polluants sur les trois scénarii montre une diminution des polluants aussi bien dans le cadre du projet « au fil de l'eau » que de l'état projeté (2030).

**Le projet n'est pas de nature à détériorer la qualité de l'air locale**, au contraire, une diminution du trafic est mis en avant. De plus, l'évolution technologique du parc automobile considéré (véhicules plus performants et moins émissifs, ici à l'échelle nationale, mais en réalité le parc est propre au territoire) confirme la baisse de polluant engendré par le parc automobile.

**Les polluants qui pourraient être jugés comme à enjeu (NOx, Ni et Cr) relèvent d'échelles plus larges que le projet d'étude, et donc de la gestion de la qualité de l'air au niveau du secteur des transports et des industries de la Métropole voire de la région PACA.**

## 2. GENERALITES SUR LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

### 2.1 DEFINITION

Selon la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie de 1996, la pollution atmosphérique est définie comme : « l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives »<sup>1</sup>.

### 2.2 ORIGINES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE EN FRANCE

Selon la plateforme Prev'air<sup>1</sup>, les polluants que l'on retrouve dans l'atmosphère peuvent être d'origine anthropique, c'est-à-dire produits par les activités humaines ou d'origine naturelle (émissions par la végétation, l'érosion du sol, les volcans, les océans, etc.). Tous les secteurs de l'activité humaine sont susceptibles d'émettre des polluants atmosphériques : les activités industrielles, les transports (routiers et non routiers), les activités domestiques (chauffage en particulier), l'agriculture, la sylviculture, etc.

Les polluants observés dans l'atmosphère ne sont pas tous émis directement par ces sources. Ils résultent aussi de réactions physico-chimiques entre composants chimiques (polluants primaires et autres constituants de l'atmosphère) régies par les conditions météorologiques.

Le CITEPA, ou Centre interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, est l'organisme qui réalise les inventaires nationaux d'émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre pour le compte du Ministère chargé de l'Ecologie.

A l'échelle française, les transports constituent l'une des principales sources d'émissions de polluants atmosphériques, avec l'industrie, le résidentiel/tertiaire et l'agriculture, comme présenté sur le graphique ci-dessous.

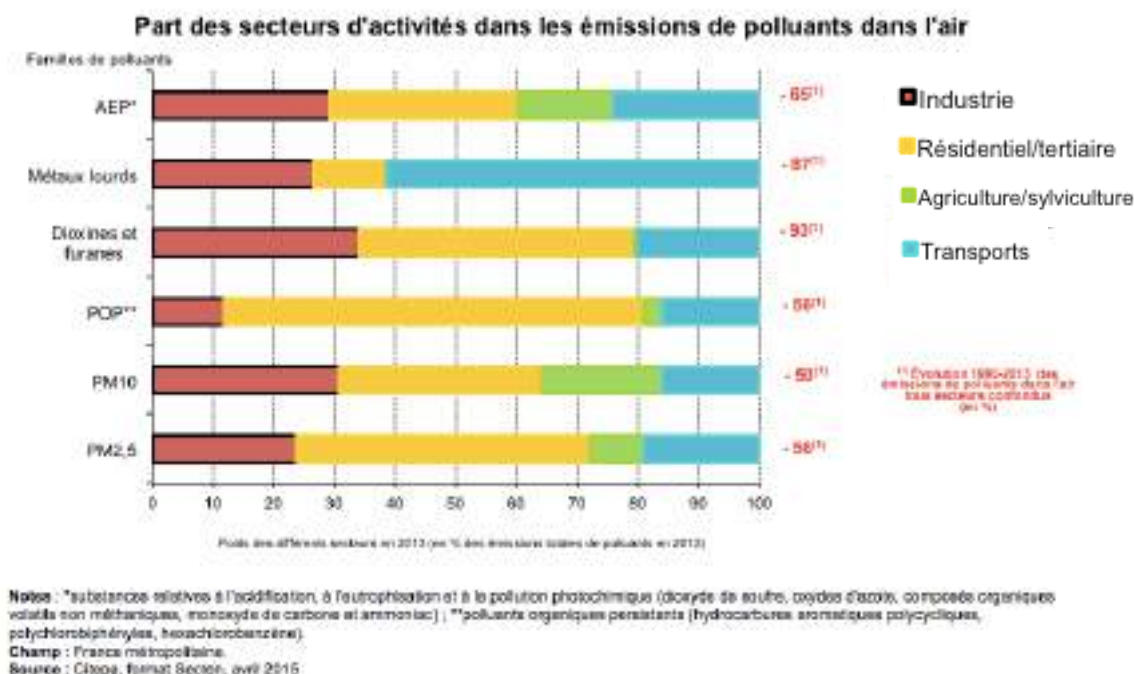


Figure 2 : Part des secteurs d'activités dans les émissions de polluants atmosphériques (source : CITEPA 2015)

<sup>1</sup> Plate-forme nationale de prévision de la qualité de l'air développée et gérée par l'INERIS



## 2.3 EFFETS SUR LA SANTE

D'après le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), 72% des français se sentent menacés par la pollution de l'atmosphère, et 45% sont victimes ou gênés par celle-ci.

Selon le rapport sur l'évaluation quantitative des impacts sanitaires (EQIS) (Santé Publique France<sup>2</sup>, 2016), l'exposition à des polluants de l'air favorise le développement de maladies chroniques graves, pouvant conduire à des décès.

La pollution agit aux niveaux respiratoire et cardiovasculaire, mais également sur des troubles de la reproduction et du développement de l'enfant, des maladies endocriniennes ou encore neurologiques.

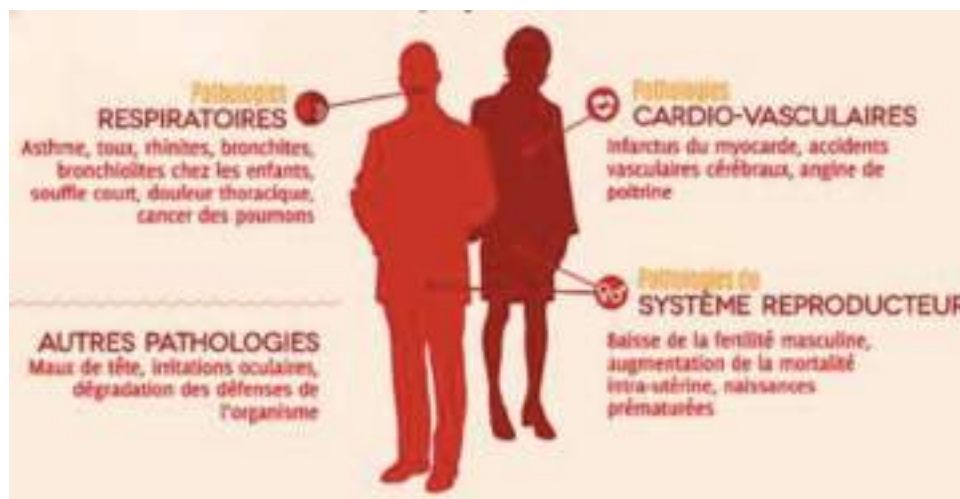


Figure 3 : Maladies et symptômes liés à la pollution de l'air (source : AIRAQ)

Dans toutes les villes étudiées, les résultats de la surveillance mise en place par l'InVS<sup>3</sup> montrent une association significative entre l'augmentation des niveaux de pollution et celle du nombre de décès. On estime également que la pollution écourte de 9 mois la vie des populations habitant les villes de France (espérance de vie pour les personnes de 30 ans) d'où l'expression de décès « prématuré » ou « anticipé ».

Selon une publication de l'OMS parue en mars 2014, une personne sur huit dans le monde en 2012 serait prématurément décédée du fait de son exposition à la pollution de l'air.

Selon la fédération ATMO France<sup>4</sup>, en matière de pollution atmosphérique, il n'existe pas de seuil en deçà duquel les polluants sont sans effet pour la santé. Certaines personnes sont affectées par des niveaux très bas. Les effets dépendent de la sensibilité personnelle de l'individu exposé : âge, état de santé, tabagisme, prédispositions, etc. Ils dépendent aussi de l'exposition individuelle aux différentes sources de pollution, de la durée d'exposition à ces niveaux, du débit respiratoire au moment de l'exposition, mais aussi de l'interaction avec d'autres composés présents dans l'atmosphère comme par exemple les pollens, les spores fongiques, etc. Il existe toutefois des personnes a priori plus sensibles que d'autres aux effets de la pollution de l'air. Ainsi, les enfants, les personnes âgées, les personnes affectées de maladies respiratoires ou cardiovasculaires et les femmes enceintes constituent en règle générale des populations dites « sensibles ».

<sup>2</sup> Agence nationale de santé publique créée en 2016. Etablissement public administratif sous tutelle du ministère chargé de la Santé

<sup>3</sup> Institut de veille sanitaire intégré Santé Publique France depuis 2016

<sup>4</sup> Réseau national des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA)



## 3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

### 3.1 REGLEMENTATION EUROPEENNE

La réglementation française en termes de qualité de l'air s'appuie sur des directives européennes (conçues sur recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé). Elles définissent des seuils de concentrations maximales pour certains polluants, en fonction de leur impact sur la santé humaine.

La directive « Qualité de l'Air » n° 2008/50/CE du 21 mai 2008 de la Communauté Européenne fournit le cadre pour la législation communautaire, en intégrant les textes précédents, notamment la directives n° 96/62/CE du 27 septembre 1996.

### 3.2 REGLEMENTATION FRANÇAISE

La loi LAURE, ou Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie s'applique pour les projets avec modification de voirie et de trafic routier susceptibles d'avoir un effet sur la pollution atmosphérique, selon son article 19. Ses dispositions concernent l'étude de leurs effets sur la santé et l'environnement, en particulier pour les infrastructures de transport. Ses dispositions s'appliquent aux demandes qui doivent être accompagnées d'une étude d'impact.

**Si un projet d'aménagement n'engendre pas la modification ou la création de voiries, il n'existe actuellement pas de référentiel pour les études sur la pollution atmosphérique autre que celui de la réglementation sur les aménagements routiers** (circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n° 2005-273 du 25 février 2005, relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières. Cette circulaire a été révisée. Une note technique accompagné d'un guide méthodologique a été réalisé en février 2019 et remplace la circulaire de 2005).

#### 3.2.1 LOI SUR L'AIR ET L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE OU LOI « LAURE »

Selon la fédération ATMO France, la loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie, dite aussi loi « LAURE », «  *vise à rationaliser l'utilisation de l'énergie et à définir une politique publique intégrant l'air en matière de développement urbain. Le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé est reconnu à chacun. Cette loi est codifiée dans le code de l'environnement. Elle rend obligatoire :*

- *La surveillance de la qualité de l'air assurée par l'Etat [sur l'ensemble du territoire national],*
- *La définition d'objectifs de qualité,*
- *L'information du public. »*

Une information du public, dont l'Etat est le garant, doit être réalisée périodiquement et une alerte doit être déclenchée en cas de dépassement de seuil. L'Etat délègue ses missions de surveillance à des organismes agréés.

Cette loi prescrit l'élaboration d'un Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA), de Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) et pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants d'un Plan de Déplacement Urbain (PDU).

Elle instaure notamment une procédure d'alerte, gérée par le Préfet. Celui-ci doit informer le public et prendre des mesures d'urgence en cas de dépassement de seuil (restriction des activités polluantes, notamment de la circulation automobile).

Elle intègre également les principes de pollution et de nuisances dans le cadre de l'urbanisme et dans les études d'impact relatives aux projets d'équipement.

### 3.2.2 VALEURS REGLEMENTAIRES DE REFERENCE (CONCENTRATIONS)

Ces valeurs de références sont issues :

- du **code de l'environnement** (articles R221-1 à R221-3) vis-à-vis des critères nationaux de la qualité de l'air ;
- de la **directive 2008/50/CE** concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur publiée le 21 mai 2008 (parlement Européen) transposée en **décret n°2010-1250** du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air (réglementation française).

Les principaux indicateurs de pollution atmosphérique dont la liste est fixée par le décret ci-dessus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Leurs concentrations font l'objet d'une surveillance, et pour la majorité d'entre eux des seuils nationaux sont définis, qui, s'ils sont atteints, engendrent des procédures proportionnées de mesures visant la diminution la plus rapide possible de la concentration en polluants dans l'atmosphère.

Seuils nationaux de mesure de la qualité de l'air (source : MEDDTL – décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010) :

- **Objectif de qualité** : un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Valeur cible** : un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;
- **Valeur limite** : un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandation** : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions ;
- **Seuil d'alerte** : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Les principales valeurs seuils mentionnées dans la réglementation française sont synthétisées ci-dessous :

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique / Valeurs cibles
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	<p><b>En moyenne annuelle :</b> 40 µg/m<sup>3</sup></p> <p><b>En moyenne horaire :</b> 200 µg/m<sup>3</sup> (pas plus de 18 h/an)</p>	<p><b>En moyenne annuelle:</b> 40 µg/m<sup>3</sup>.</p>	<p><b>En moyenne horaire :</b> 200 µg/m<sup>3</sup>.</p>	<p><b>En moyenne horaire :</b> 400 µg/m<sup>3</sup> (max 3 h consécutives)</p> <p>200 µg/m<sup>3</sup> si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement le lendemain.</p>	

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique / Valeurs cibles
Oxydes d'azote (NOx)					<b>En moyenne annuelle</b> (équivalent NO <sub>2</sub> ) : 30 µg/m <sup>3</sup> (protection de la végétation).
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	<b>En moyenne journalière</b> : 125 µg/m <sup>3</sup> à (max 3 j/an)  <b>En moyenne horaire</b> 350 µg/m <sup>3</sup> (max 24 h/an)	<b>En moyenne annuelle</b> : 50 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne horaire</b> : 300 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne horaire</b> sur 3 heures consécutives : 500 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne annuelle et hivernale</b> (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m <sup>3</sup> .
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM <sub>10</sub> )	<b>En moyenne annuelle</b> 40 µg/m <sup>3</sup> .  <b>En moyenne journalière</b> 50 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	<b>En moyenne annuelle</b> : 30 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne journalière</b> : 50 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne journalière</b> : 80 µg/m <sup>3</sup> .	
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM <sub>2,5</sub> )	<b>En moyenne annuelle</b> : 25 µg/m <sup>3</sup>	<b>En moyenne annuelle</b> : 10 µg/m <sup>3</sup> .			<b>En moyenne annuelle</b> : 20 µg/m <sup>3</sup> .
Monoxyde de carbone (CO)	<b>Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures</b> : 10 000 µg/m <sup>3</sup> soit 10 mg/m <sup>3</sup> .				
Benzène (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	<b>En moyenne annuelle</b> 5 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne annuelle</b> : 2 µg/m <sup>3</sup> .			
Ozone (O <sub>3</sub> )		<b>Seuil de protection de la santé</b> , pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m <sup>3</sup> pendant une année civile.  <b>Seuil de protection de la végétation</b> , AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m <sup>3</sup> .h	<b>En moyenne horaire</b> : 180 µg/m <sup>3</sup> .	<b>Seuil d'alerte - protection sanitaire pour toute la population</b> , en moyenne horaire : 240 µg/m <sup>3</sup> sur 1 heure  <b>Mise en œuvre progressive de mesures d'urgence</b> , en moyenne horaire :  <i>* 1er seuil :</i> 240 µg/m <sup>3</sup> (pas plus de 3heures consécutives)	<b>Seuil de protection de la santé</b> : 120 µg/m <sup>3</sup> pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010.  <b>Seuil de protection de la végétation</b> : AOT

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique / Valeurs cibles
				<p>* 2e seuil : 300 µg/m<sup>3</sup> (pas plus de 3 heures consécutives)</p> <p>* 3e seuil : 360 µg/m<sup>3</sup>.</p>	40 <sup>5</sup> de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m <sup>3</sup> .h en moyenne calculée sur 5 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010.
<b>Plomb (Pb)</b>	<b>En moyenne annuelle</b> 0,5 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne annuelle :</b> 0,25 µg/m <sup>3</sup> .			
<b>Arsenic</b>				<b>Moyenne annuelle sur le total de la fraction PM10 :</b> 6 ng/m <sup>3</sup>	<b>Moyenne annuelle sur le total de la fraction PM10 :</b> 6 ng/m <sup>3</sup>
<b>Cadmium</b>					<b>Moyenne annuelle sur le total de la fraction PM10 :</b> 5 ng/m <sup>3</sup>
<b>Nickel</b>					<b>Moyenne annuelle sur le total de la fraction PM10 :</b> 20 ng/m <sup>3</sup>
<b>Benzo(a)pyrène</b> (utilisé comme traceur du risque cancérigène lié aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP)					<b>Moyenne annuelle sur le total de la fraction PM10 :</b> 1 ng/m <sup>3</sup>

Tableau 2 : Valeurs de références principales de la réglementation française (source : Airparif)

Ces informations sont présentées de manière plus détaillée en ANNEXE 1.

### 3.2.3 REGLEMENTATION SUR LES AMENAGEMENTS ROUTIERS

La circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n° 2005-273 du 25 février 2005, relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières, accompagnée de sa révision du 18 janvier 2017, et complétée par la note méthodologique de 2001 et accompagnée de sa révision en février 2019, définit la méthodologie à mettre en œuvre pour mener à bien le volet « air et santé » des études d'impact des projets d'infrastructures routières. Ces textes précisent les modalités d'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières.

<sup>5</sup> AOT 40 (exprimé en µg/m<sup>3</sup>.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m<sup>3</sup> et le seuil de 80 µg/m<sup>3</sup> durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures. (40 ppb ou partie par milliard=80 µg/m<sup>3</sup>)

4 niveaux d'études sont définis, selon la variation de charge prévisionnelle du trafic et le nombre de personnes impactées par le projet. Le contenu de l'étude air-santé dépend proportionnellement du niveau d'étude auquel est soumis le projet (le niveau I étant le niveau le plus élevé et le IV le plus léger).

La révision de la circulaire de 2017 a apporté les éléments suivants :

- Prise en compte des PM10 et PM2,5 (quel que soit le niveau d'étude) ;
- Considérer 3 horizons d'études (mise en service, +5ans et +20 ans) ;
- Calculs de l'Indice Pollution Population (IPP, pour les niveaux d'étude I et II) du NO2 en plus du Benzène voire du PM10.

La révision de la circulaire de 2019 a ajouté les éléments suivants :

- Choix du Dioxyde d'Azote (NO<sub>2</sub>) en remplacement du benzène pour l'évaluation de l'exposition au travers de l'IPP ;
- Définition de la zone d'étude et des horizons d'étude : un scénario à la mise en service est réalisé en plus du scénario à 20 ans après la mise en service ;
- La liste des polluants a été actualisé dans le cadre de l'évaluation quantitative du risque sanitaire (EQRS).

Listes des polluants à prendre en compte dans les EQRS		
	Polluants figurant dans la circulaire de 2005	Polluants retenus par la présente note technique
<b>Voie respiratoire Exposition aiguë</b>	Acroléine Dioxyde d'azote Dioxyde de soufre Benzène	Particules PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> Dioxyde d'azote
<b>Voie respiratoire Exposition chronique</b>	Particules diesel Dioxyde d'azote Benzène Benzo(a)pyrène 1,3-butadiène Chrome Nickel Arsenic Formaldéhyde Acétaldéhyde Cadmium Acroléine Plomb	Particules PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> Dioxyde d'azote Benzène 16 HAP dont le Benzo(a)pyrène 1,3-butadiène Chrome Nickel Arsenic
<b>Voie orale Exposition chronique</b>	Benzo(a)pyrène Arsenic Chrome Nickel Cadmium Plomb Mercure Baryum	16 HAP dont le Benzo(a)pyrène

Figure 4 : Liste des polluants à prendre en compte dans les EQRS (source : legifrance)

**Les dispositions de cette circulaire ne s'appliquent pas dans le cas de l'étude d'impact du présent projet car le projet n'engendre pas de modification de voirie au sens de la circulaire en vigueur.**

Cependant le Maître d'ouvrage a choisi de réaliser la présente étude, suite à la première demande d'examen au cas par cas réalisée dans le cadre du projet et de l'avis de l'AE (avis n°F09320P02020) Cet avis mentionnant la demande de réaliser une évaluation environnementale suite à l'absence notamment d'études spécifiques dont l'étude air.

### 3.2.4 DECLINAISON DE LA REGLEMENTATION SUR LES AMENAGEMENTS ROUTIERS

#### 3.2.4.1 Définition de la zone d'étude

Selon la note technique de 2019 abrogeant la circulaire de 2005, « la zone d'étude correspond à l'ensemble de la zone où la qualité de l'air risque d'être impactée par le projet. Elle est établie grâce à la définition du réseau d'étude et des bandes d'études appelées « zone d'études » ».

Le réseau d'étude : est composé d'un ensemble de voies :

- Le projet routier étudié ;
- L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet ;
- L'ensemble des projets d'infrastructures routière « existants ou approuvés ».

#### 3.2.4.2 Définition de la bande d'étude

Selon la note technique de 2019 abrogeant la circulaire de 2005, « La bande d'étude est une zone située autour d'un axe routier dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle complète le réseau d'étude air en lui apportant une dimension surfacique.

La largeur de la bande d'étude varie en fonction du type de composés étudiés (gazeux ou particulaire) et du trafic circulant sur la voie (dans les deux sens de circulation).

Pour la pollution gazeuse, la largeur de la bande d'étude est définie de la manière suivante par un trafic moyen journalier annuel (TMJA en véh/j) :

TMJA à l'horizon d'étude le plus lointain, en véh/j	Largeur minimale de la bande d'études <sup>10</sup> , en mètres, centrée sur l'axe de la voie
T > 50 000	600
25 000 < T < 50 000	400
10 000 < T < 25 000	300
T < 10 000	200

Tableau 3 : Critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude (source : note technique de 2019 abrogeant la circulaire de 2005)

### 3.2.4.3 Définition du niveau d'étude

D'après la note technique de 2019, le niveau d'étude dépend du trafic à l'horizon d'étude (sur des tronçons homogènes de plus de 1 km dans la bande d'étude et de la densité de population).

Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)	Densité hab/km <sup>2</sup> dans la Bande d'étude			
	> 50 000 véh/j	De 25 000 à 50 000 véh/j	De 10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
<b>G I</b> Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km <sup>2</sup>	I	I	II	II si L projet > 5 km OU III si L projet ≤ 5 km
<b>G II</b> Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hab/km <sup>2</sup>	I	II	II	II si L projet > 25 km OU III si L projet ≤ 25 km
<b>G III</b> Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km <sup>2</sup>	I	II	II	II si L projet > 50 km OU III si L projet ≤ 50 km
<b>G IV</b> pas de Bâti	III	III	IV	IV

Tableau 4 : Niveau d'étude en fonction du trafic, de la densité de population et la longueur du projet et positionnement projet (encadré rouge)

Dans une approche simplifiée, les densités correspondant aux différents types de bâtis sont fournies par la note méthodologique :

	Type de bâti	Densité de population
G I	Centre ville classique	30 à 40 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Grand collectif	25 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Petit collectif	14 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Centre ancien des petites villes	10 000 hbts/km <sup>2</sup>
G II	Centre ancien hétéroclite	8 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Semi collectif	7 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Centre récent des petites villes	5 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Pavillonnaire dense	4 000 hbts/km <sup>2</sup>
G III	Pavillonnaire	2 500 hbts/km <sup>2</sup>
	Hameau tâche	1 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Maisons groupées	100 hbts/km <sup>2</sup>
	Maisons isolées	20 hbts/km <sup>2</sup>

Figure 5 : Densités de population et type de bâti (source : note méthodologique Cerema)

Dans le cas du projet, la densité de population dans la zone d'habitation immédiatement au Nird du site est typique d'une zone pavillonnaire, soit environ 2500 hbts.km<sup>2</sup>. Mais, sur le site-même, et sur toute la zone Sud-Est, qui est une zone d'activité, il peut être considéré qu'il n'y a pas de bâti, soit un niveau de densité « G IV ». **Le niveau d'étude équivalent est donc le III voire le IV.**

Plusieurs facteurs peuvent conduire à corriger le niveau d'étude résultant du tableau ci-dessus, comme par exemple la présence de lieux dits sensibles, des différences marquées de milieu (contexte urbain et interurbain), l'absence totale de population sur certains tronçons, excès de risque collectif pour plus de 100 000 habitants, existence d'un plan de protection de l'atmosphère (PPA), agglomération de plus de 250 000 habitants).



Le contenu des études selon leurs niveaux est fourni dans le tableau ci-dessous :

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
<b>Analyse bibliographique</b>	A adapter en fonction du niveau d'étude et des enjeux			
<b>Mesures effectuées à l'état actuel</b>	Qualification par des mesures in situ (air et sol si risque par ingestion)	Qualification par des mesures in situ (air)	Réalisation éventuelle de mesures	-
<b>Estimation des émissions</b>	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 5 (polluants en commun avec les études de niveau II à IV et ceux spécifiques à l'ERS)	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6		
<b>Estimation des concentrations</b>	Sur toutes les bandes d'études du réseau d'étude pour les polluants de l'ERS	NO <sub>2</sub> (et éventuellement les PM <sub>10</sub> si nécessité confirmée par ARS), sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude	-	-
<b>Évolution de l'exposition de la population à la pollution</b>	Comparaison de la solution retenue avec le scénario sans projet sur le plan de la santé via l'IPP NO <sub>2</sub>		-	-
<b>Effets de la pollution de l'air sur la santé</b>	ERS par inhalation sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude  ERS par ingestion dans la bande d'étude du projet retenu	Synthèse bibliographique à adapter aux enjeux du projet		
<b>Analyse des coûts collectifs et avantages induits</b>	Traité dans le volet socio-économique			
<b>Analyse des impacts en phase chantier</b>	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			
<b>Mesures d'évitement, de réduction des impacts</b>	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			
Pour rappel, sont exclues du périmètre de ce guide, les émissions de GES <sup>21</sup> , la consommation énergétique et l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments, thématiques qu'il faut néanmoins traiter dans le volet « Air » [4].				

Figure 6 : Synthèse du contenu attendu de l'étude de la solution retenue (source : Cerema)

S'inspirant de la méthodologie des études de niveau III et IV, la présente étude qui vise à caractériser l'état initial de la qualité de l'air à proximité du site d'étude intègre :

- Une analyse bibliographique,
- Des mesures (été + hiver) passives,
- Une synthèse bibliographique des effets de la pollution de l'air sur la santé,

Les impacts socio-économiques, les impacts de la phase chantier, et les mesures d'évitement et de réduction des impacts seront traités dans l'étude d'impact du projet.

### 3.2.4.4 Choix des polluants

Le « tableau 6 » dont il est fait mention dans l'extrait précédent de la note méthodologique du Cerema est fourni ci-dessous.

Polluants à prendre en compte dans les études air et santé (niveau I à IV)	Oxydes d'azote (NOx) Particules (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> ) Monoxyde de carbone (CO) Composés organiques volatils non méthanique (COVNM) Benzène Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) Arsenic Nickel Benzo(a)pyrène		
Les polluants spécifiques à TERS (uniquement niveau I)	Voie respiratoire	Effets aigus	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> Dioxyde d'azote
		Effets chroniques	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> Dioxyde d'azote Benzène 16HAP dont le benzo(a)pyrène 1,3 butadiène Chrome Nickel Arsenic
	Voie orale	Effets chroniques	16 HAP dont le benzo(a)pyrène

Figure 7 : Liste des polluants à prendre en compte (source : Cerema)

Dans le cas présent, pour une étude de type III ou IV, il n'est pas requis d'EQRS. Les polluants pris en compte sont donc :

NOx, PM10 et PM2,5, CO, COVNM, C6H6, SO2, As, Ni, B(a)P.

Les campagnes de mesures passives de la qualité de l'air sont réalisées sur les polluants les plus pertinents à mesurer avec ce type de matériel, aussi il s'agit de : NO2, SO2, Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Nickel (Ni), Plomb (Pb) et Zinc (Zn).

Ces types de supports (passifs) sont retenus, conformément au guide de 2019 du Cerema car ils permettent de manière simple et rapide sur la zone d'étude de mesurer des concentrations moyennes sur plusieurs jours, pour un coût maîtrisé. Les résultats donnent une répartition spatiale d'un polluant donné, c'est à dire une description « semi-quantitative », un ordre de grandeur des concentrations qui permet de hiérarchiser les points de mesure. La circulaire précise que les incertitudes liées à ces mesures varient de 15 à 30% selon les fournisseurs et les composés mesurés.

Le guide précise également que la mesure passive de particules (PM) n'offre pas de retour d'expérience fiable, aussi elle ne préconise pas de l'appliquer de manière systématique.

## 4. ETAT INITIAL BIBLIOGRAPHIQUE

NB : Au-delà de cette première analyse bibliographique, l'état initial de la qualité de l'air du site est également évalué sur la base de campagnes de mesures de polluants. Les parties suivantes les détaillent.

### 4.1 ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA QUALITE DE L'AIR

#### 4.1.1 SCHEMA REGIONAL D'AMENAGEMENT DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET D'EGALITE DES TERRITOIRES (SRADDET)

L'article 10 de la loi portant sur la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (NOTRe) de 2015 introduit l'élaboration d'un Schéma Régional d'Aménagement, de Développement et d'Egalité des Territoires (SRADDET) parmi les attributions de la région en matière d'aménagement du territoire. Le SRADDET se substitue aux schémas sectoriels tels que le SRCAE, SRI, SRIT, PRPGD et doit orienter les documents majeurs de planification tels que le SCoT, le PLU, le PCAET, le PDU, etc.

Ce document a pour objectif de fixer les objectifs de moyen et longs termes en lien avec plusieurs thématiques :

- Equilibre et égalité des territoires,
- Implantation des différentes infrastructures d'intérêt régional,
- Désenclavement des territoires ruraux,
- Habitat,
- Gestion économe de l'espace,
- Intermodalité et développement des transports,
- Maitrise et valorisation de l'énergie,
- Lutte contre le changement climatique,
- Pollution de l'air,
- Protection et restauration de la biodiversité,
- Prévention et gestion des déchets.

Le SRADDET de la région Sud Provence Côte d'Azur a été adopté le 26 juin 2019. Le Préfet de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur a rendu son arrêté portant approbation du Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Egalité des Territoires le 15 octobre 2019.

Les objectifs du SRADDET sont les suivants :

- Diminuer de 50 % le rythme de la consommation d'espaces agricoles, naturels et forestiers agricoles 375 ha/an à horizon 2030 ;
- Démographie : un objectif de + 0,4 % à horizon 2030 et 2050 ;
- Atteindre 0 perte de surface agricole irriguée ;
- Horizon 2030 : + 30 000 logements par an dont 50 % de logements abordables ;
- Horizon 2050 : rénovation thermique et énergétique de 50 % du parc ancien ;
- Une région neutre en carbone en 2050 ;
- Une offre de transports intermodale à l'horizon 2022.

Le diagnostic de ce schéma fait état d'un bilan d'émissions de gaz à effet de serre marqué majoritairement par l'industrie (35%), le transport (24%) et la production et distribution d'électricité (20%). La région Provence-Alpes-Côte d'Azur est particulièrement sensible à la pollution

atmosphérique. C'est l'une des régions françaises les plus émettrices en dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et composés organiques volatils (COV). Ces multiples sources d'émissions, conjuguées à un fort ensoleillement, exposent la région à une pollution photochimique à l'ozone parmi les plus élevées d'Europe.

La qualité de l'air dégradée s'explique par :

- une pollution urbaine essentiellement due aux transports sur les 4 principales agglomérations (Aix-Marseille, Toulon, Nice et Avignon),
- une pollution industrielle autour de la zone de l'Étang de Berre.

Dans ce contexte, l'amélioration de la qualité de l'air constitue en Provence-Alpes-Côte d'Azur un enjeu sanitaire majeur. Les orientations du SRCAE visent à réduire en priorité les émissions d'oxydes d'azote, les particules fines et les composés organiques volatils (COV) polluants primaires précurseurs de l'ozone.

#### **4.1.2 LE PLAN DE PROTECTION DE L'ATMOSPHERE (PPA) DES BOUCHES DU RHONE**

Le PPA des Bouches du Rhône a été révisé en mai 2013, il contribue à restaurer la qualité de l'air dans les Bouches du Rhône pour préserver la santé des populations.

De manière générale, les PPA mettent en place des mesures de réduction des émissions de polluants atmosphériques et d'amélioration de la qualité de l'air.

Sous l'autorité du Préfet des Bouches-du-Rhône, la DREAL a lancé la révision du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) des Bouches-du-Rhône – objectif 2025, lors du comité de pilotage du 31 janvier 2019. Une enquête publique est ouverte du lundi 13 septembre au vendredi 22 octobre 2021.

Afin de répondre aux objectifs du PPA, 36 actions sectorielles et 1 action transversale ont été retenues sur le territoire des Bouches du Rhône :

- Transport/Aménagement/Déplacement : 23 actions ;
- Industrie : 8 actions ;
- Chauffage Résidentiel/Agriculture/Brûlage : 5 actions ;
- Tous secteurs : 1 action.

Le PPA a estimé les gains sectoriels et par polluant liés à ces actions :

	Description	Part du gain en PM <sub>10</sub>	Part du gain en PM <sub>2,5</sub>	Part du gain en NOx
Industrie	Réduction des émissions diffuses et canalisées de poussières, Réduction des émissions de PM et de NOx Réduction des émissions de COV, HAP...	-3,5%	-3,7%	-2,4%
	Amélioration des connaissances			
Transport	Optimiser la gestion du trafic routier Mieux prendre en compte la qualité de l'air dans l'aménagement du territoire Inciter au report modal, au développement des Transports Public et des modes actifs Améliorer les performances des flottes de Véhicules Légers et Véhicules Utilitaires Légers			
	Réduire les émissions des Ports et Aéroports Réduire les émissions des infrastructures routières de type « Tunnels urbains » Diminuer l'impact environnemental des chantiers Objectifs qualité de l'air dans le cœur dense de l'agglomération Aix-Marseille Améliorer le transport de marchandises	-4,1%	-4,3%	-5,8%
Résidentiel/ Agriculture/ Brûlage	Réduire les émissions des Installations de Combustion Veiller à l'articulation PPA et PCET	-1,3%	-1,4%	-0,1%

Figure 8 : Gains par secteur et par polluants estimés par les actions du PPA des Bouches du Rhône

D'après l'évaluation du Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône 2013-2018 réalisée par ATMOSud, une amélioration de la qualité de l'air sur la zone du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) des Bouches-du-Rhône a été constatée entre 2007 et 2017 mais celle-ci n'a pas permis de remplir l'ensemble des objectifs fixés dans le PPA.

Entre 2007 et 2017 une amélioration de la qualité de l'air se dessine sur le territoire. Le PPA respecte les objectifs de baisse des émissions pour 2015 pour les trois polluants principaux (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>). L'objectif 2020 pour les particules est atteint, mais l'effort reste conséquent pour atteindre celui du NO<sub>2</sub>. Ce bilan est à mettre essentiellement au profit du secteur industriel, dont les baisses des émissions dépassent largement les objectifs sectoriels, et permettent de compenser la baisse des émissions du secteur du transport et du résidentiel, qui n'atteignent pas leurs objectifs.

**Malgré la baisse des concentrations en polluant constatée sur l'ensemble de la zone PPA Bouches-du-Rhône, le territoire reste sensible vis-à-vis du dioxyde d'azote, des particules en suspension et de l'ozone.**

#### 4.1.3 SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR (RESEAU ATMO FRANCE)

La qualité de l'air de la région marseillaise fait l'objet d'un suivi régulier et l'ensemble des données disponibles est géré par l'association Atmo Sud. Le dernier bilan publié à l'échelle de la Métropole de Marseille est celui de l'année 2016.



#### 4.1.3.1 Métropole Aix Marseille Provence

Le suivi régulier des teneurs en polluants dans l'air permet d'établir un indice hebdomadaire de la qualité de l'air : l'indice **ATMO**. Cet indice se base sur l'observation des concentrations de trois polluants dans l'air (le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et l'ozone (O<sub>3</sub>)).

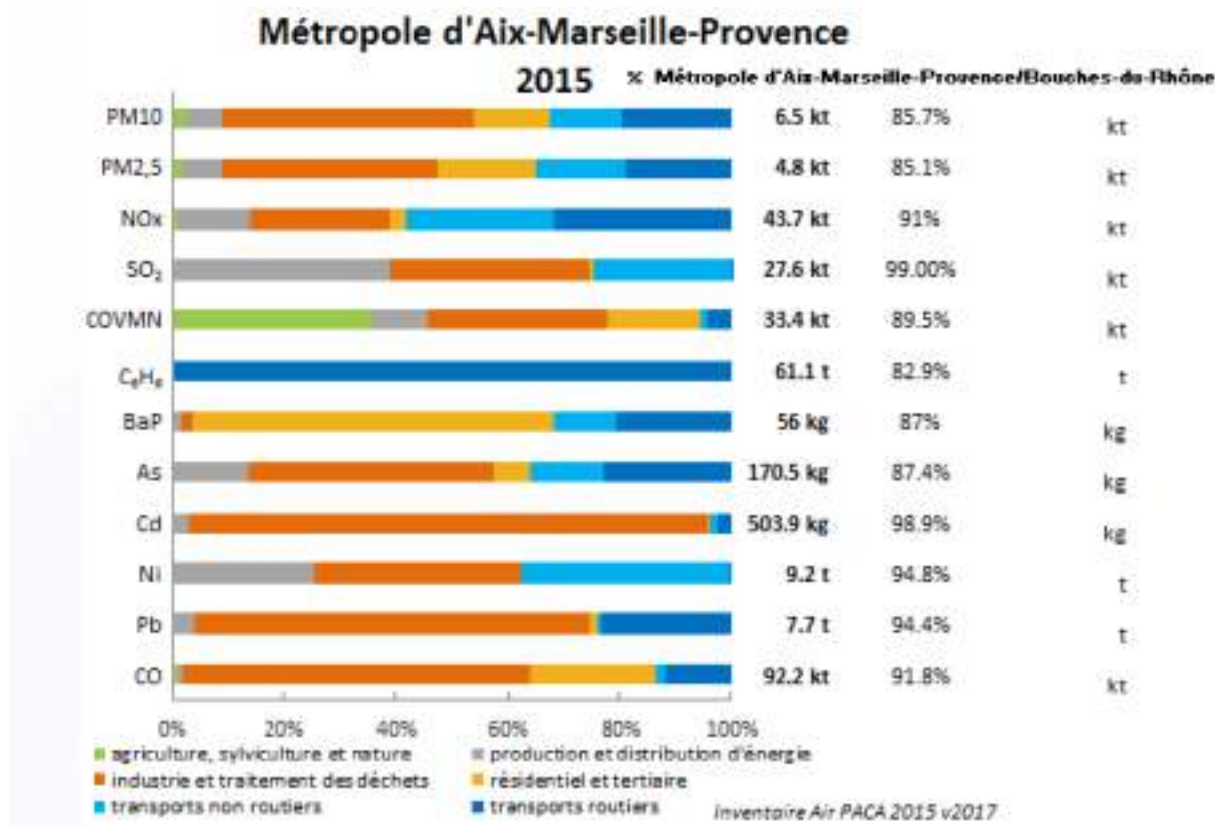


Figure 9 : Répartition des émissions polluantes sur la métropole d'Aix Marseille Provence – année 2015 (source : ATMO)

En 2016, la qualité de l'air a été globalement bonne sur la métropole et sur Marseille (52%). Quatre journées de mauvaise qualité de l'air ont été observés à Marseille. L'ozone est le polluant majoritairement à l'origine des indices.

Les particules fines (PM) sont dues principalement aux transports et résidentiel.

La qualité de l'air de la région PACA fait l'objet d'un suivi régulier et l'ensemble des données disponibles est géré par l'association AtmoSud (anciennement Air PACA), qui publie régulièrement des bilans à différentes échelles et alimente les outils cartographiques en ligne [opendata.atmosud.org](http://opendata.atmosud.org) qui représente les concentrations moyennes annuelles et [cigale.atmosud.org](http://cigale.atmosud.org) de consultation de l'inventaire géolocalisé des émissions et des statistiques par EPCI.

#### Ozone (O<sub>3</sub>) :

Pour ce polluant, issu de réactions photochimiques entre les polluants sous l'effet du rayonnement solaire, on estime que près de 1 973 000 personnes des Bouches-du-Rhône vivent dans une zone en dépassement de la valeur cible à 3 ans, soit 98 % de la population contre 84 % en 2010.

Parmi les précurseurs de l'ozone on retrouve les polluants d'origine industrielle et automobile mais aussi certains composés issus de la végétation.

La valeur cible (à ne pas dépasser à terme - Directive « Clean Air For Europe » - 2008) est de 120 µg/m<sup>3</sup> (sur une plage de 8h) plus de 25 jours par an, en moyenne sur 3 ans. La carte ci-dessous représente le 26ème maximum journalier sur 8h de concentration en ozone, moyenné sur 2019.

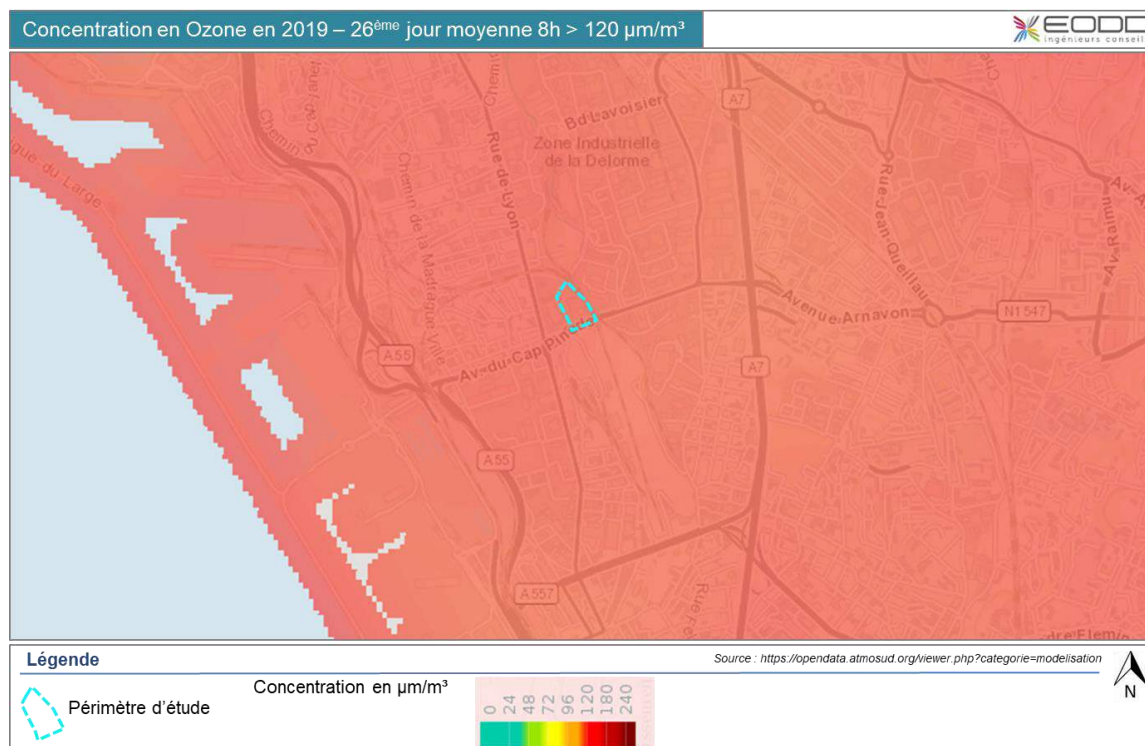


Figure 10 : Concentrations du 26<sup>ème</sup> maximum journalier sur 8h de concentration en Ozone en 2019 (source : ATMO Sud/Opendata)

Sur le site d'étude et dans l'ensemble des environs, le 26<sup>ème</sup> maximum journalier sur 8h de concentration en ozone, moyenné sur 2019, dépasse la valeur cible de 120 µg/m<sup>3</sup> (sur une plage de 8h) plus de 25 jours par an.

#### Particules PM<sub>10</sub> :

Dans le département des Bouches-du-Rhône, moins de 1 000 personnes maintenant résident encore dans une zone où la valeur limite est dépassée en 2018 pour les particules fines PM<sub>10</sub>.

Cependant, les niveaux relevés sont nettement supérieurs aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

En 2018, on estime à 561 000 le nombre de personnes vivant dans une zone en dépassement du seuil de l'OMS pour les PM<sub>10</sub> dans ce département (28 % contre 100 % en 2010).

Les particules sont issues de l'activité industrielle, du trafic et du chauffage domestique.

La valeur limite annuelle est fixée à 40µg/m<sup>3</sup>, et la valeur à ne pas dépasser plus de 35 jours par an est de 50 µg/m<sup>3</sup>/j (Directive « Clean Air For Europe » - 2008).



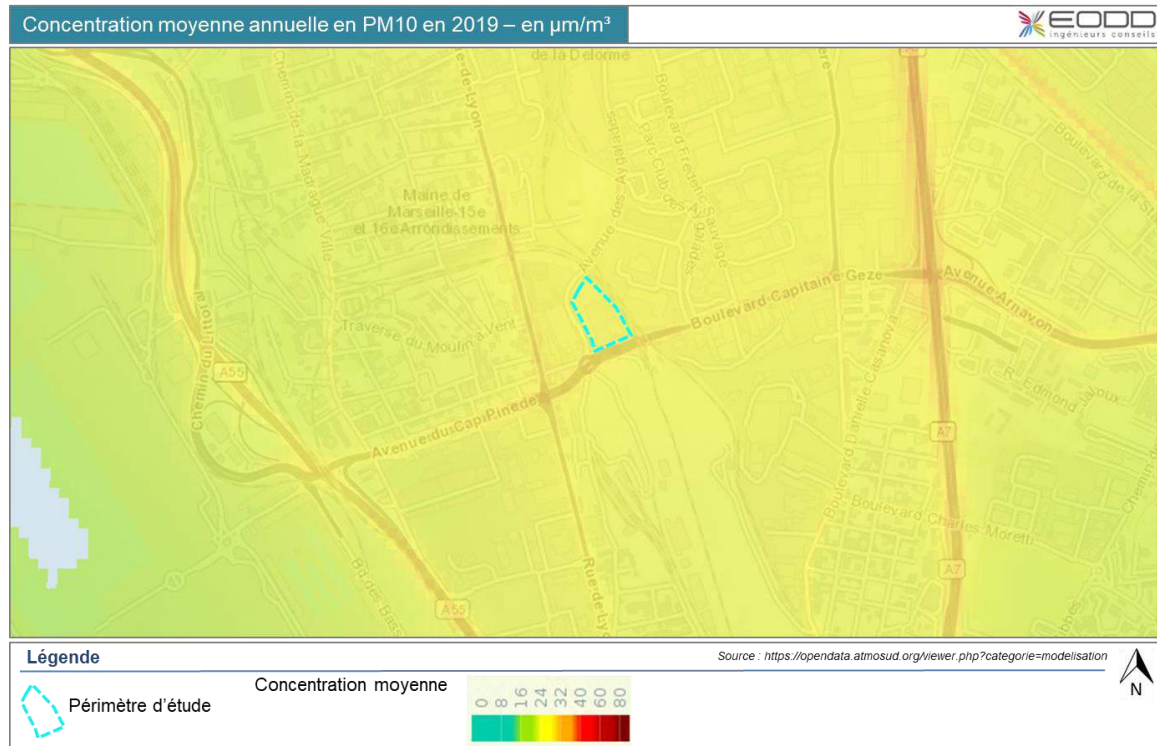


Figure 11 : Concentrations moyennes annuelles en PM<sub>10</sub> en 2019 (source : ATMOSud/Opendata)

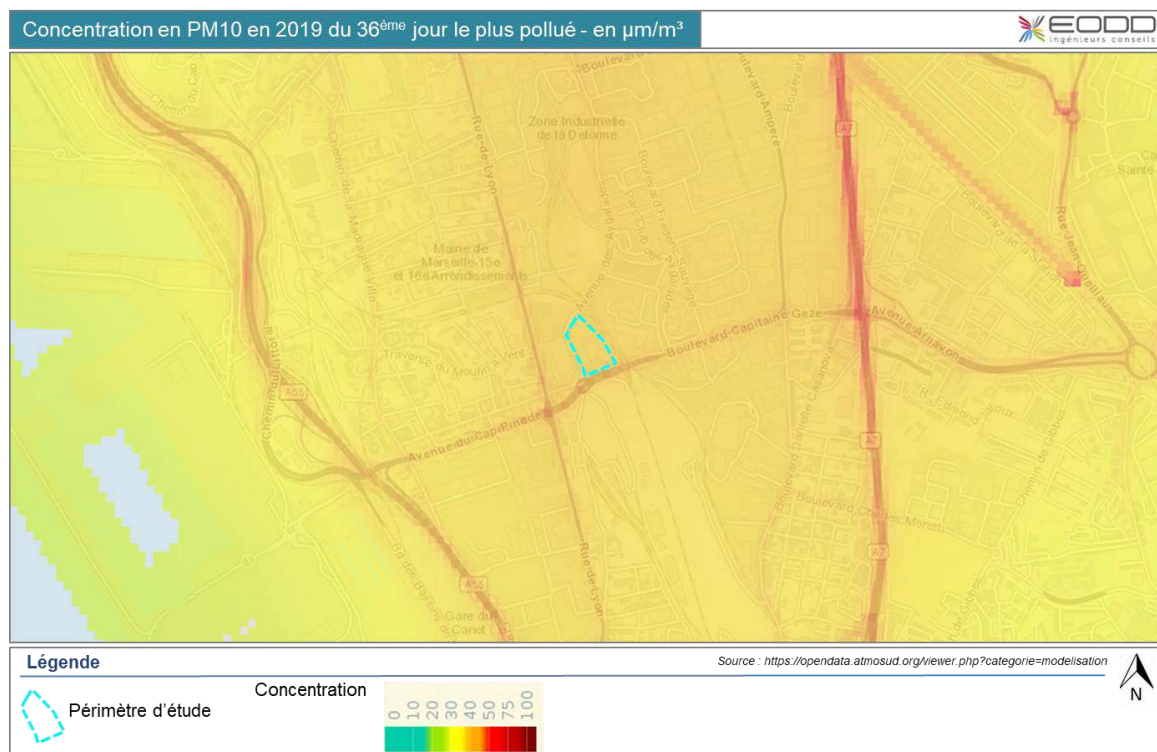


Figure 12: Concentrations en PM<sub>10</sub> en 2019 du 36<sup>ème</sup> jour le plus pollué (source : ATMOSud/Opendata)

D'après la bibliographie, il n'y a pas de des dépassements de valeur limite moyenne annuelle en PM<sub>10</sub> sur le site d'étude, mais potentiellement aux abords (axes routiers), et de même pour la valeur à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

### Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) :

Plus d'un tiers de la population régionale exposée au dépassement de la valeur limite pour le dioxyde d'azote (population régionale exposé : 99 000 personnes) est localisée dans le département des Bouches-du-Rhône avec près de 37 000 personnes.

Ce département est le deuxième concerné par le non-respect de cette norme, après les Alpes-Maritimes (57 000 personnes). Toutefois, le nombre de personnes concernées a diminué d'environ 70 % depuis 2010.

La valeur limite annuelle est fixée à 40µg/m<sup>3</sup> (Directive « Clean Air For Europe » - 2008).

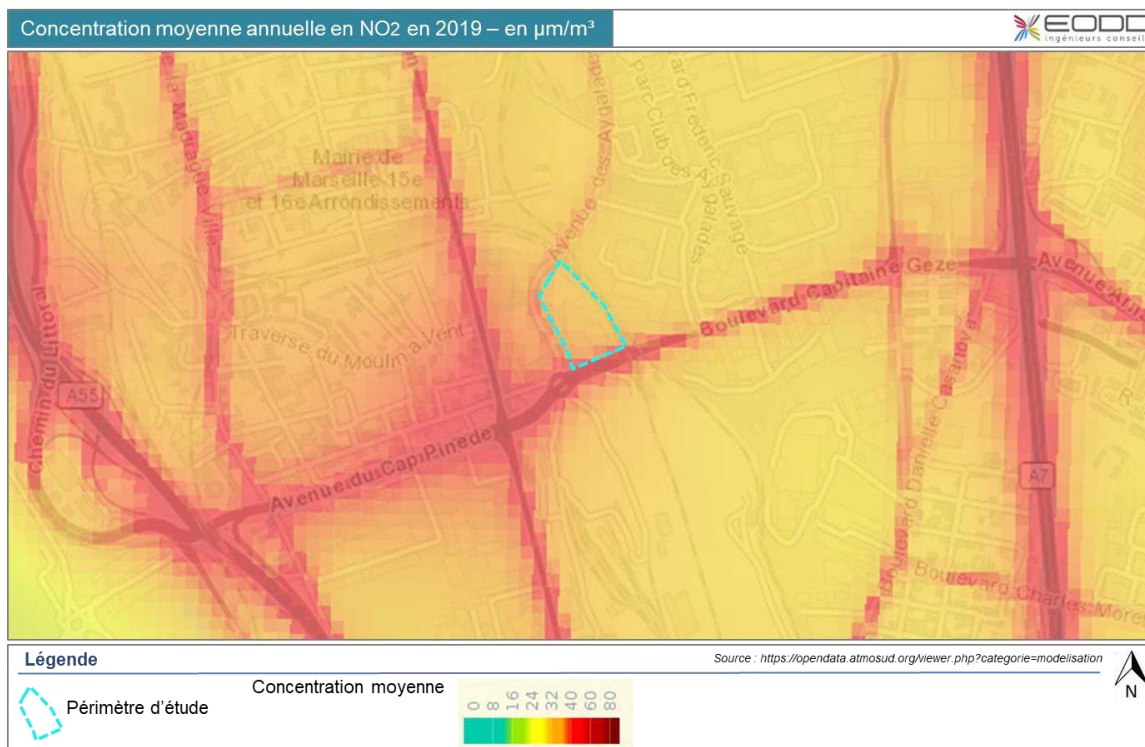


Figure 13 : Concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> en 2019 (source : ATMOSud/Opendata)

D'après la bibliographie, il y a des dépassements de valeur limite moyenne annuelle en NO<sub>2</sub> aux abords du site d'étude (axes routiers) mais pas sur le site lui-même (les concentrations restent localisées).

### Zones à enjeu :

C'est à proximité des axes routiers et autoroutiers et dans les villes du département (Marseille, Aix-en-Provence, Martigues, Aubagne, Arles, Salon, Port-de-Bouc, Marignane, Vitrolles, les Pennes Mirabeau...) que l'on observe les concentrations les plus élevées en dioxyde d'azote, avec une population d'autant plus exposée. Un indicateur est défini pour apprécier la qualité de l'air à partir des données de concentrations de plusieurs polluants réglementés : NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et O<sub>3</sub> permettent de définir « l'Indice Synthétique de l'Air » (ou « ISA »).

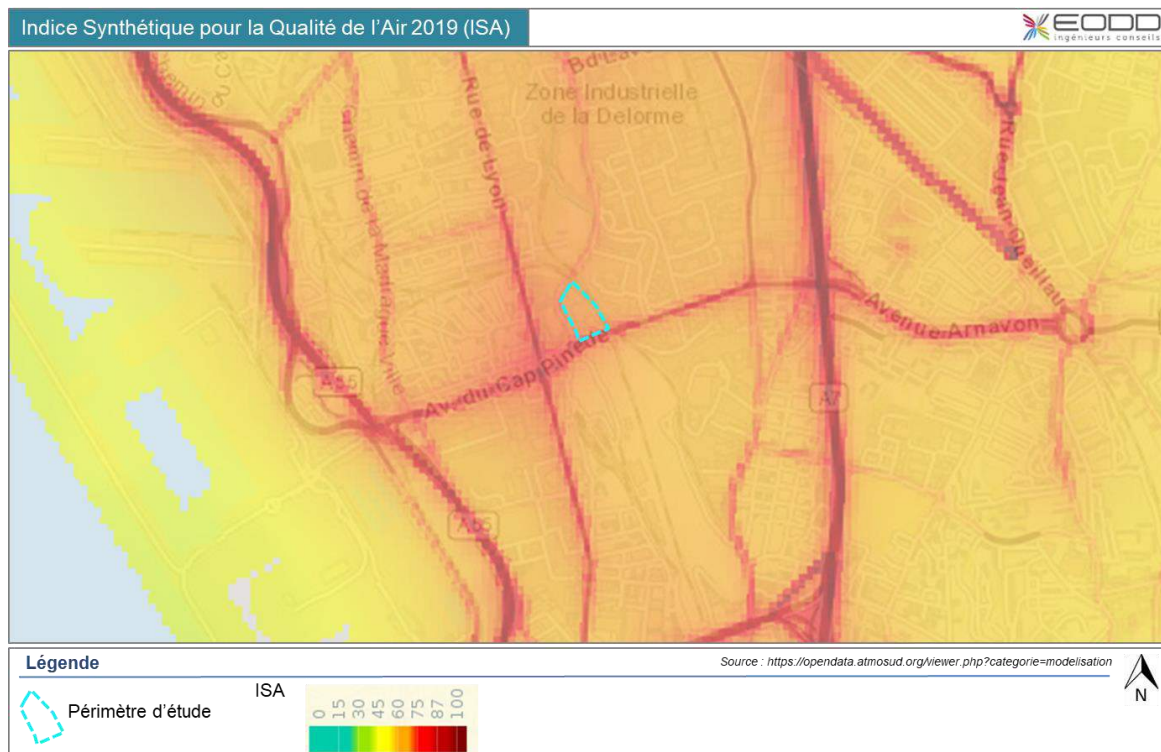


Figure 14 : Indice Synthétique de l'Air – NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et O<sub>3</sub>, en 2019 dans les Bouches-du-Rhône (source : ATMO Sud/Opendata)

D'après la bibliographie, le site d'étude est situé au milieu d'axe routiers qui présentent un Indice Synthétique de l'Air dégradé. Le site en lui-même est donc caractérisé par un ISA plutôt moyen à dégradé.

#### Episodes de pollution :

D'après les tendances 2018, le département des Bouches-du-Rhône reste le département le plus concerné par les épisodes de pollution en Provence-Alpes-Côte d'Azur. La tendance de ces dernières années semble être à l'amélioration pour les pics de pollutions aux particules fines mais une dégradation pour les pics de pollution à l'Ozone.

**Le territoire est sensible vis-à-vis du dioxyde d'azote, des particules en suspension et de l'ozone, avec des dépassements des valeurs limites (moyennes annuelles ou maximums sur plusieurs jours ou heures) : à proximité des axes routiers pour le dioxyde d'azote et les particules en suspension, et de manière « globale » pour l'ozone.**

#### 4.1.3.2 Qualité de l'air en lien avec l'activité du GPMM (Grand Port Maritime de Marseille)

Source : ATMO : « Quelle qualité de l'air pour les riverains des ports de Nice et Marseille ? », mai 2020

D'après ATMO<sup>6</sup> dans un rapport de mai 2020 sur l'impact des ports sur la ville de Marseille<sup>7</sup>, parmi les composés émis par les navires, il y a des gaz (oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>)...) des composés organiques volatils (COV), hydrocarbures (HCs), des particules fines, du Black Carbon (BC),

<sup>6</sup> ATMOSud est l'Association Agréée par le ministère en charge de l'Environnement pour la Surveillance de la Qualité de l'Air de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

<sup>7</sup> <https://www.atmosud.org/publications/quelle-qualite-de-lair-pour-les-riverains-des-ports-de-nice-et-marseille>



le carbone organique (OC), les éléments traces tels que nickel (Ni), vanadium (Va)... Les particules émises sont très fines, principalement avec un diamètre de l'ordre de 0,3 µm.

L'étude cible le quartier de Mourepiane, situé dans la bande riveraine des activités du port comme l'est le site d'étude, puisque Mourepiane est situé au Nord-Ouest à environ 4km de celle-ci. Mourepiane est proche du bassin Mirabeau qui, selon ATMO, réalise environ 25 % des émissions de NO<sub>x</sub> totales du GPMM. Les bassins proches du site d'étude, c'est-à-dire bassin de la Pinède et bassin National représentent respectivement 4 % et 14 % des émissions de NO<sub>x</sub> du GPMM.



Figure 15 : Situation du site d'étude par rapport aux bassins du GPMM émetteurs de NO<sub>x</sub>

A partir d'une campagne réalisée du 1<sup>er</sup> septembre 2018 au 31 janvier 2019 sur le quartier de Mourepiane, les conclusions d'ATMO sont les suivantes : « il y a donc peu d'impact de l'activité maritime et portuaire sur les niveaux moyens de polluants enregistrés à Marseille/Mourepiane. En lien avec la présence de navires dans la passe Nord du port, des niveaux significatifs de polluants sont observés ponctuellement, sur des périodes quart-horaires ou horaires, par bouffées, sans influencer les valeurs chroniques moyennes ».

ATMO précise les suites qui seront données à cette étude, notamment une évaluation de l'impact sur la qualité de l'air de travaux réalisés par le Grand port maritime de Marseille pour accueillir l'intégralité de l'activité de transport de passagers et de marchandises à destination du Maghreb sur le terminal du Cap Janet, puisque le trafic maritime touristique est amené à se développer sur ce port.

**Il y a peu d'impact de l'activité portuaire sur les niveaux moyens de polluants enregistrés dans les quartiers riverains du port de Marseille. Des impacts significatifs sont observés ponctuellement, par bouffées, mais n'influencent pas les valeurs chroniques moyennes.**

#### 4.1.4 QUALITE DE L'AIR A PROXIMITE DU SITE D'ETUDE

##### 4.1.4.1 Stations de mesures ATMO les plus proches

La station fixe de mesure ATMO la plus proche du site d'étude est la station fixe « Saint Louis », de type « Fond/urbaine », mais également la stations « Place Verneuil » de types « Fond/urbaine ».

La station « Saint Louis » mesure les polluants suivants : NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, les PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub> et les PM<sub>10</sub>.

La station « Place Verneuil » mesure en plus le SO<sub>2</sub> et ne mesure pas les particules.



Figure 16 : Localisation des stations de mesures de qualité de l'air ATMO les plus proches (source : ATMO Sud)

	09/20	10/20	11/20	12/20	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21
<b>NO (gazeux)</b>												
<b>Place Verneuil</b>	7,6	9,1	10,6	13,6	15,9	11,3	9,9	5,5	7,3	7,3	9,1	10,6
<b>St-Louis</b>	11,9	10,5	14,1	14,1	10,1	16,3	14,4	9,2	7	9,2	9	11,5
<b>NOx (gazeux)</b>												
<b>Place Verneuil</b>	42,3	39,4	47,7	53,5	57,9	46,3	49,1	35,8	35,8	38,9	44,6	51,6
<b>St-Louis</b>	54,5	40,9	51,3	48,8	39,6	54,2	57,8	46,5	37,1	49,3	47,2	56,3
<b>NO2 (réglementé) Valeur limite/Objectif de Qualité = 40 µg/m³ en moyenne annuelle<sup>8</sup></b>												
<b>Place Verneuil</b>	30,6	25,5	31,4	32,6	33,5	29	33,9	27,4	24,7	27,8	30,7	35,3
<b>St-Louis</b>	36,3	24,7	29,7	27,2	24,1	29,5	35,7	32,5	26,4	35,2	33,4	38,6
<b>SO2 (réglementé) Objectif de qualité = 40 µg/m³ en moyenne annuelle<sup>9</sup></b>												

<sup>8</sup>Source : <https://www.airparif.asso.fr/reglementation/normes-francaises#:~:text=En%20moyenne%20journali%C3%A8re%203A%20125%20C2%B5g,annuelle%203A%2050%20C2%B5g%2Fm%C2%B3.>

<sup>9</sup> Les valeurs limites pour le SO2 ne correspondent pas à des valeurs moyennes annuelles (mais journalière ou horaire), c'est pourquoi c'est l'objectif de qualité en moyenne annuelle qui est présenté ici.

	09/20	10/20	11/20	12/20	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21
<b>Place Verneuil</b>	0,9	0,8	1	1	2,4	0,9	1,3	1,2	1,4	1,1	1,3	1,2
<b>PM1 (particulaire)</b>												
<b>Place Verneuil</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	6,2	5,7	5,9
<b>St-Louis</b>	7,6	4,9	11,3	7,8	10,4	8,9	10,2	6,2	3,7	6,5	6,4	6,2
<b>PM2,5 (réglementé) Valeur limite = 25 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle</b>												
<b>Place Verneuil</b>	13,1	10	16,5	12,5	15,2	15	15,5	11,4	5,6	8,8	7,8	8,9
<b>St-Louis</b>	10,1	7,1	13,9	9,3	12,3	13,1	13,6	8,5	5,7	9,3	9,3	10,9
<b>PM10 (réglementé) Valeur limite = 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle</b>												
<b>Place Verneuil</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	11,2	18	15,5	20,4
<b>St-Louis</b>	21,4	15,9	22,9	14,5	17,9	26,4	25,6	17,3	12,8	21,4	25,9	37,6

Tableau 2 : Mesures des concentrations (en µg/m<sup>3</sup>) en polluants sur les 12 derniers mois sur les stations ATMO les plus proches

Sur ces deux stations, parmi les polluants règlementés, aucun dépassement de la valeur limite moyenne annuelle sur ces 12 derniers mois n'a été observé.

**Sur les stations ATMO de mesure de la qualité de l'air les plus proches (2 stations à environ 2 km), au cours des 12 derniers mois (*attention, année COVID*), aucun dépassement de valeurs limites (moyennes annuelles) n'a été noté.**

#### 4.1.4.2 Etude ATMO – Euroméditerranée

Le 02/07/2020, ATMOSud a publié une « Evaluation de la qualité de l'air sur la zone de l'Etablissement Public d'Aménagement EuroMéditerranée<sup>10</sup> », qui comprend :

- L'évaluation de la dispersion géographique du dioxyde d'azote et du benzène en 2018 ;
- Une mesure dynamique en 2019 du dioxyde d'azote, du dioxyde de soufre et des particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm dans l'air au niveau de la station de mesures de la Place Verneuil.

Le site d'étude du Campus Théodora est situé à proximité immédiate du périmètre Euroméditerranée, aussi les résultats à cette échelle fournissent également des informations sur le site d'étude Théodora.

L'inventaire des émissions donne les éléments suivants, vis-à-vis de certains des polluants à suivre au sens de la note technique du 22 février 2019 :

- NO<sub>x</sub> : Les transports routiers sont à l'origine de 46% des émissions de NO<sub>x</sub> de la ville ;
- PM<sub>10</sub> : Les transports routiers sont à l'origine de 31% des émissions de PM<sub>10</sub> de la ville ;
- Benzène : Les transports routiers sont à l'origine de 14% des émissions de PM<sub>10</sub> de la ville. C'est le résidentiel qui est le secteur le plus émetteur ;
- SO<sub>2</sub> : Le secteur industriel est un fort émetteur de SO<sub>2</sub> avec 81% des émissions de la ville. La combustion de carburant maritime est aussi une source non négligeable de SO<sub>2</sub>, comme détaillé quelques paragraphes plus loin.

<sup>10</sup><https://www.atmosud.org/publications/evaluation-de-la-qualite-de-lair-sur-la-zone-de-l-etablissement-public-damenagement>

Des modélisations représentant la qualité de l'air moyenne en 2018 sur la zone d'étude sont présentées pour le NO<sub>2</sub>, les PM<sub>10</sub>, les PM<sub>2,5</sub> et l'O<sub>3</sub> :

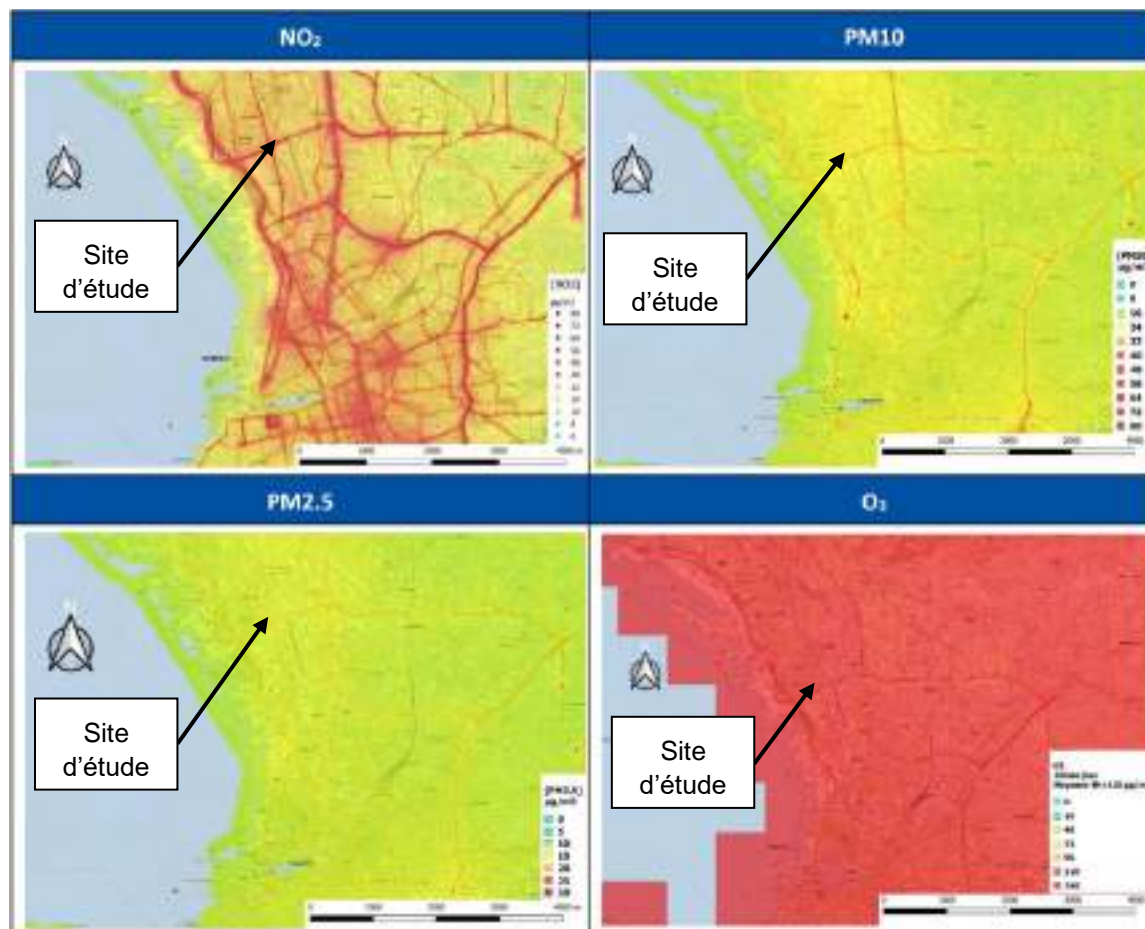


Figure 17 : Concentrations annuelles en NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> et 26ème maximum journalier de la moyenne sur 8h le plus élevé pour l'ozone pour 2018 (source : ATMO)

Ainsi, sur le périmètre Euroméditerranée :

- les concentrations en dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> sont élevées, d'autant plus marquées que les axes de circulation sont structurants.
- la pollution particulaire est notable comme sur l'ensemble du territoire marseillais. Les sources de pollutions sont principalement liées au trafic routier avec des axes structurants (autoroutes) et les voies de circulations qui traversent la zone.

En dehors de la zone d'étude, la zone industrielle des pourtours de l'étang de Berre et du golfe de Fos peut, selon les mouvements de masses d'air, impacter la qualité de l'air à Marseille, et donc sur la zone EuroMéditerranée. L'activité maritime peut également avoir une influence.

Cette étude fournit également des informations quant à l'impact du trafic maritime sur la qualité de l'air locale, grâce à une surveillance dynamique en 2019 et à la visibilité sur des profils journaliers (§ 5.3.3 du rapport ATMO – Euroméditerranée). Il y a peu d'impact de l'activité maritime et portuaire sur les niveaux moyens de polluants enregistrés dans les quartiers riverains du port de Marseille. Des impacts significatifs sont observés ponctuellement, par bouffées, mais n'influencent pas les valeurs chroniques moyennes. La surveillance sur 2019 apporte des précisions à cela : il est probable que l'impact significatif dû au trafic maritime ait lieu entre 17h et 20h, mais les pics de pollution associés sont très liés aux conditions météorologiques.

La mesure du soufre (au travers du SO<sub>2</sub>) peut être utilisée comme un traceur de l'activité maritime, cependant, le soufre ne représente pas un enjeu en termes de qualité de l'air au niveau des villes-ports,



car les valeurs limites réglementaires sont loin d'être atteintes. La station de Verneuil est ici à proximité du trafic maritime, et celle de Longchamp caractéristique du « fond urbain » prise comme station témoin. La moyenne pendant la campagne de mesure est de 2 µg/m<sup>3</sup>. Le maximum horaire a été enregistré à 21 µg/m<sup>3</sup> (la valeur limite horaire est de 350 µg/m<sup>3</sup>, à ne pas dépasser plus de 24 heures par an). La valeur journalière maximale est de 5 µg/m<sup>3</sup>, elle est inférieure à la valeur limite journalière de 125 µg/m<sup>3</sup>).

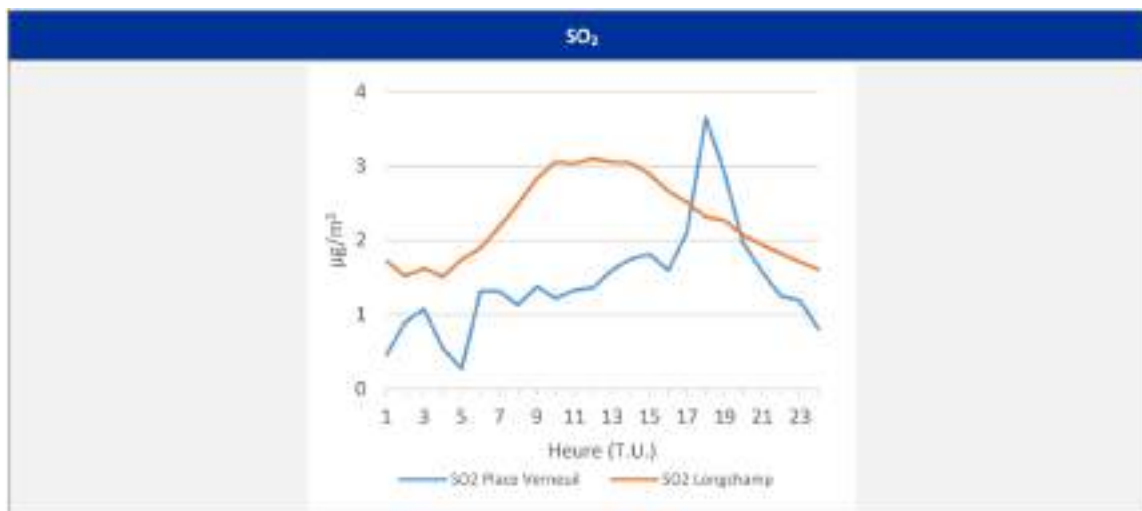


Figure 18 : Profils journaliers moyens du SO<sub>2</sub> à Marseille / Place Verneuil et Marseille / Longchamp en 2019

L'étude sur le périmètre Euroméditerranée étudie également l'exposition des populations.

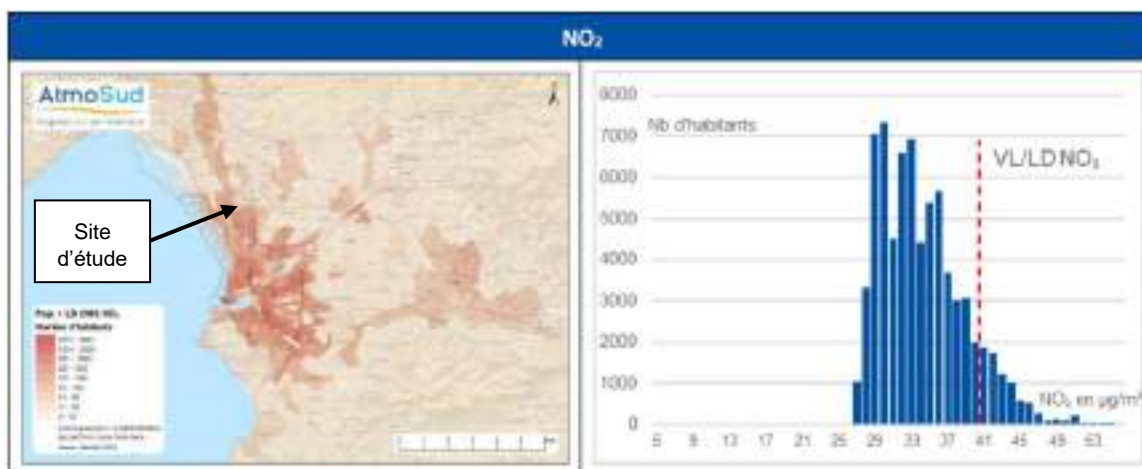


Figure 19 : A gauche = représentation cartographique du nombre d'habitants exposés à des concentrations de NO<sub>2</sub> supérieures à la limite réglementaire à Marseille en 2018  
A droite = exposition des populations à la pollution atmosphérique sur la zone EuroMéditerranée en 2018 (source : ATMO)

Près de 8 000 personnes habitant dans la zone d'étude sont exposées à des concentrations de NO<sub>2</sub> supérieures à la réglementation (40 µg/m<sup>3</sup>), soit 11,1 % de la population de la zone EuroMéditerranée. Sur l'ensemble de la ville de Marseille, ce taux est de 4,1 %.

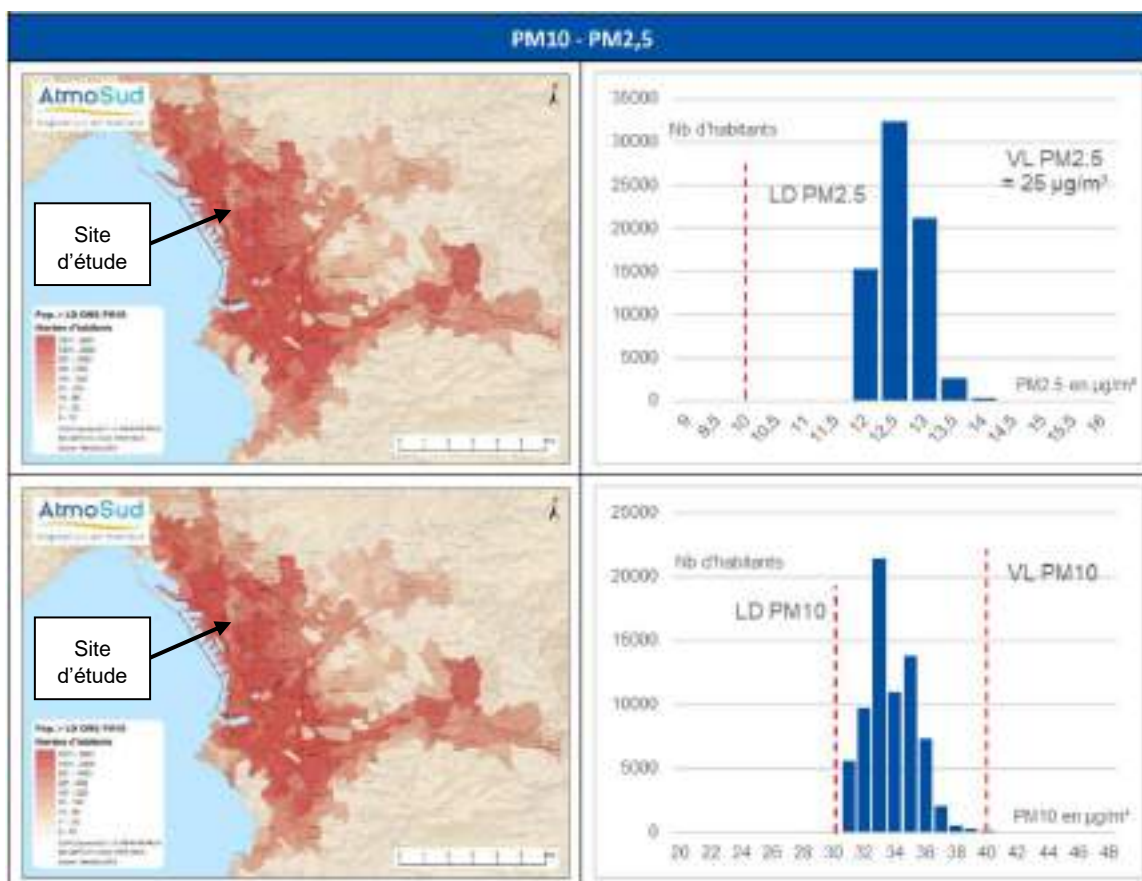


Figure 20 : A gauche = représentation cartographique du nombre d'habitants exposé à des concentrations de PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub> supérieures à la limite réglementaire à Marseille en 2018, A droite = exposition des populations à la pollution atmosphérique sur la zone EuroMéditerranée (source : ATMO)

Le nombre de personnes exposées à des concentrations de PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub> au-dessus des valeurs réglementaires (valeur limite (VL) sur l'histogramme) est quasi nul sur la zone d'étude. Lorsque la valeur « objectif de qualité » fixée par l'OMS est choisie comme seuil, 100 % de la population de la zone EuroMéditerranée est exposée à la pollution de l'air des PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub>.

L'étude ATMO sur le périmètre Euroméditerranée présente également l'avantage d'étudier les concentrations moyennes annuelles en 2018 en des points de mesure très localisés.

Ainsi, un site de mesure (le n°20) a été placé au début de la rue de Lyon, c'est-à-dire à environ 250m au Sud-Ouest du site d'étude Théodora.

Sur 2018, la mesure a ainsi relevé une concentration moyenne annuelle en NO<sub>2</sub> de 51 µg/m<sup>3</sup>, c'est-à-dire supérieure à la valeur limite annuelle de 40 µg/m<sup>3</sup>.

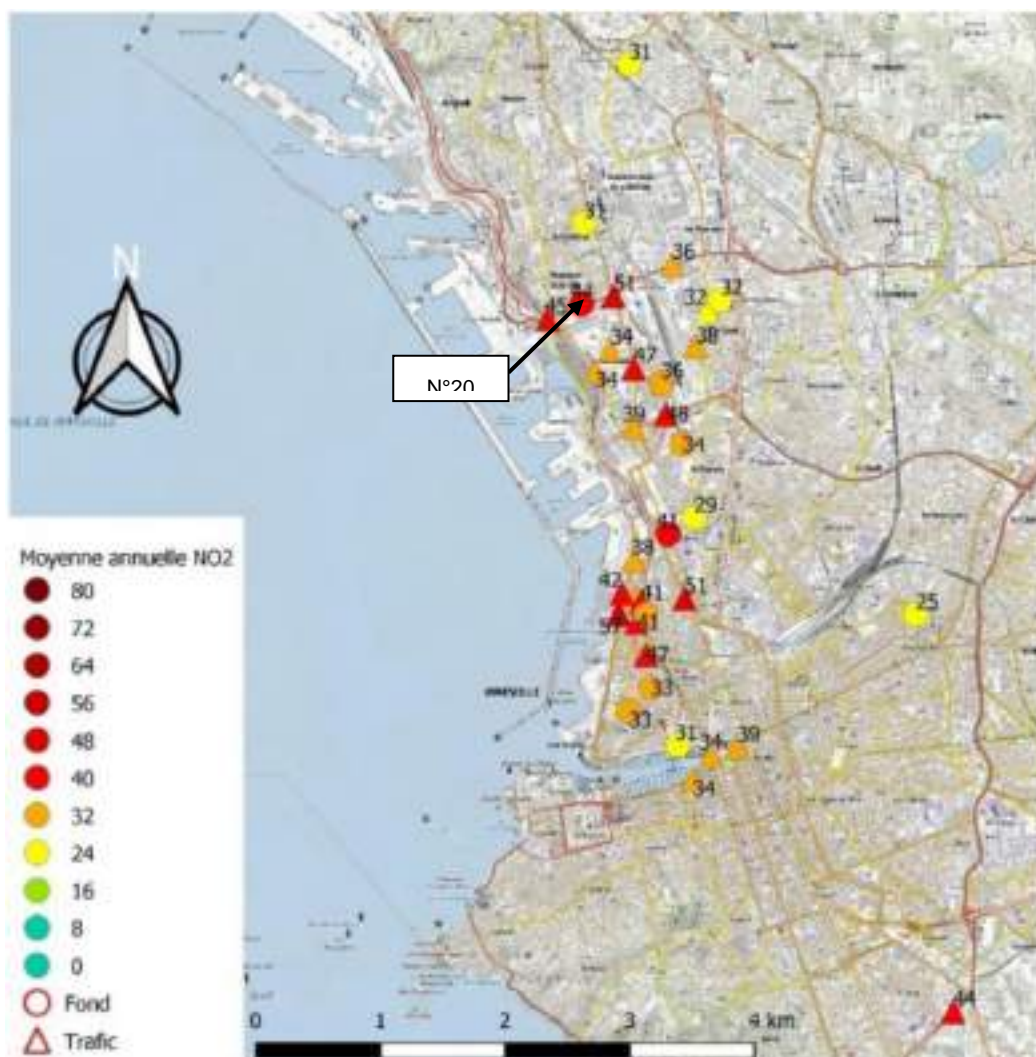


Figure 21 : Représentation des concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> (μg/m<sup>3</sup>) (ATMO)

Le benzène a également été mesuré sur ce site n°20. Le résultats (1,7 μg/m<sup>3</sup>) est une moyenne annuelle inférieures à 2 μg/m<sup>3</sup>, alors que la valeur limite annuelle réglementaire<sup>11</sup> est à 5 μg/m<sup>3</sup> et l'objectif de qualité réglementaire à 2 μg/m<sup>3</sup>.

<sup>11</sup> En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur la directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, transposée dans l'article R221-1 du Code de l'Environnement.

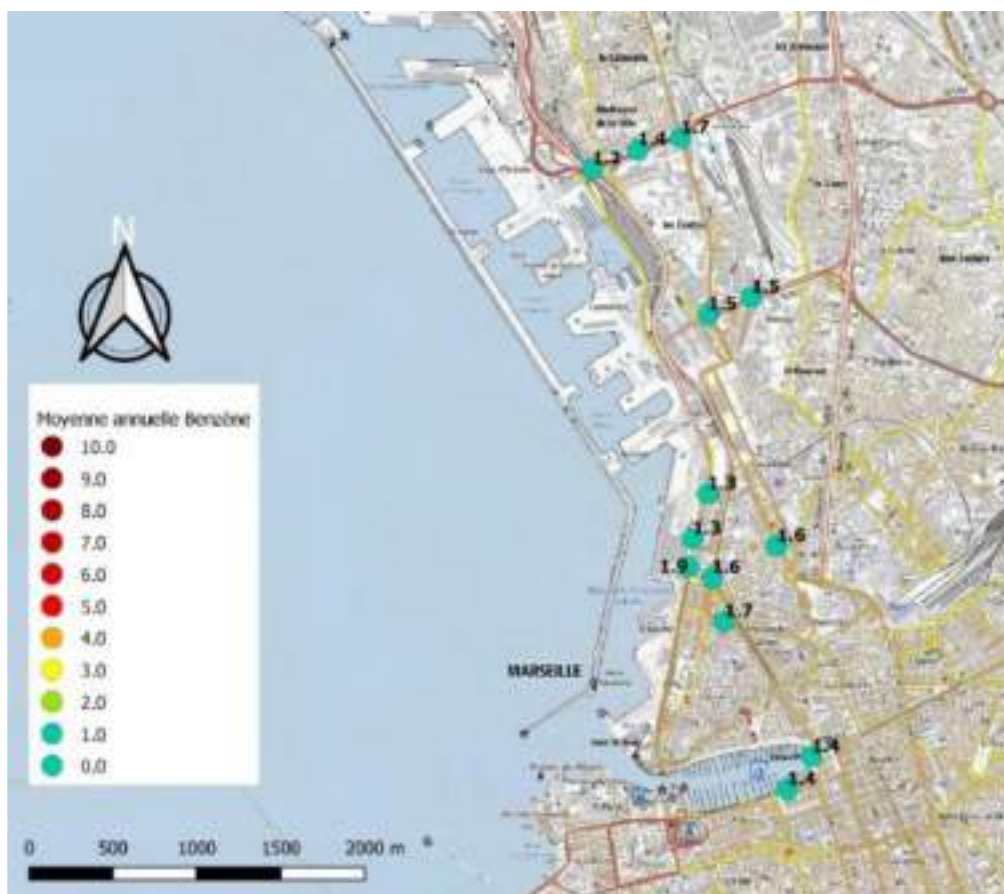


Figure 22 : Représentation des concentrations moyennes annuelles en benzène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (ATMO)

Sur l'ensemble du large périmètre Euroméditerranée, les concentrations en dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$  sont élevées, d'autant plus marquées que les axes de circulation sont structurants. En moyenne les habitants de secteur sont plus exposés (11,1%) à des concentrations de  $\text{NO}_2$  supérieures à la réglementation que les habitants du reste de la ville (4,1%).

Sur un point de mesure situé à proximité du site Théodora, en 2018, la mesure a relevé une concentration moyenne annuelle en  $\text{NO}_2$  de  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , c'est-à-dire supérieure à la valeur limite annuelle de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La pollution particulaire est notable sur le périmètre Euroméditerranée, comme sur l'ensemble du territoire marseillais, là aussi principalement liée au trafic routier.

En revanche, les concentrations mesurées en benzène sont inférieures aux limites réglementaires.

#### 4.1.4.3 Etude air-santé dans le cadre des extensions du tramway

Source : Etude air-santé Extensions Nord et Sud Phase 1 du tramway de Marseille / étude d'impact disponible au lien suivant : <https://www.projets-environnement.gouv.fr/page/fiche/?q=recordsid:20202323482>

Dans le cadre des extensions Nord et Sud Phase 1 du tramway de Marseille, une étude spécifique air-santé (niveau I) a été réalisée par Egis. Cette analyse est construite à partir de modélisations du trafic dans ce secteur réalisées pour l'occasion (aux horizons 2043 et 2048).



L'état initial de la qualité de l'air établi dans ce cadre est présenté ici. La bande d'étude du Nord (Secteur 1) est intégrée au périmètre d'étude du projet de Campus Théodora, étant donné que le tracé du tramway correspond à la Rue de Lyon. Seules les conclusions concernant le Secteur 1 sont présentées ci-dessous.



Figure 23 : Localisation du projet d'extensions du tramway 1 (source : Etude air/santé par EGIS)

Aucune source d'émissions industrielle n'est recensée dans le domaine d'étude. La plus proche est « Saint Louis Sucre » au Nord immédiatement du site d'étude Théodora.

A l'époque de la réalisation de cette étude, les stations de mesure ATMO les plus proches du site d'étude étaient « Marseille Saint-Louis », de type « fond » (1,5 km au Nord du secteur 1) et « Marseille Plombières », de type « trafic » (1,0 km à l'Est du secteur 1). En 2017, les résultats suivants sont relevés sur ces stations de mesure.

Polluants	Stations	Marseille	Marseille	Valeur limite (moyenne annuelle)	Valeur cible (moyenne annuelle)	Objectif de qualité
		Momblières Trafic	Saint-Louis Urbaine			
Dioxyde d'azote	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	75	37	40		40
PM <sub>10</sub>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		23	40		30
PM <sub>2,5</sub>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			25		10
Benzène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,19		5		2
Arsenic	$\text{ng}/\text{m}^3$		0,43 (2014)		6	
Cadmium	$\text{ng}/\text{m}^3$		0,23 (2014)		5	
Nickel	$\text{ng}/\text{m}^3$		2,8 (2014)		20	
Plomb	$\text{ng}/\text{m}^3$		6,3 (2014)	500		250

Tableau 3 : Teneurs moyennes annuelles en 2017 sur les stations de mesure ATMO (source : ATMO Sud)

En 2017, les normes de qualité de l'air ont été respectées, excepté pour :

- le dioxyde d'azote en proximité routière ;
- le benzène : dépassement de l'objectif de qualité en proximité routière.

Une campagne de mesures in situ de la qualité de l'air a été réalisée en juin 2018 dans le cadre de cette étude air-santé, sur le dioxyde d'azote, le benzène et les particules. Quatre sites de mesures sont définis au sein du secteur 1 : n°1, 3 et 5 en proximité routière, et n° 2 et 4 en fond urbain.



Figure 24 : Résultats de la campagne de mesures qualité de l'air de juin 2018 (source : Etude air/santé par EGIS)

Cette campagne de mesures montre globalement une qualité de l'air satisfaisante sur ce territoire, néanmoins elle a mis en évidence des dépassements de normes de qualité de l'air :

- Les teneurs en dioxyde d'azote dépassent la valeur limite sur le site 03, de proximité routière ;
- Les teneurs en benzène et PM<sub>10</sub> ne sont dépassées sur aucun des 4 points du secteur 1.

Le calcul des émissions de polluants et des allures de concentrations dans l'air ambiant en l'état initial se trouvent au sein du volet §8.1 , mises en comparaison des calculs sur les états projetés (impacts).

**Des mesures réalisées en 2018 dans le cadre de l'étude pour le tramway à proximité du site de Théodora présentent un dépassement de la valeur cible (30 µg/m<sup>3</sup>) pour le NO<sub>2</sub>, mais pas de sa valeur limite réglementaire (40 µg/m<sup>3</sup>), et ni l'une ni l'autre pour le Benzène et les PM<sub>10</sub>.**

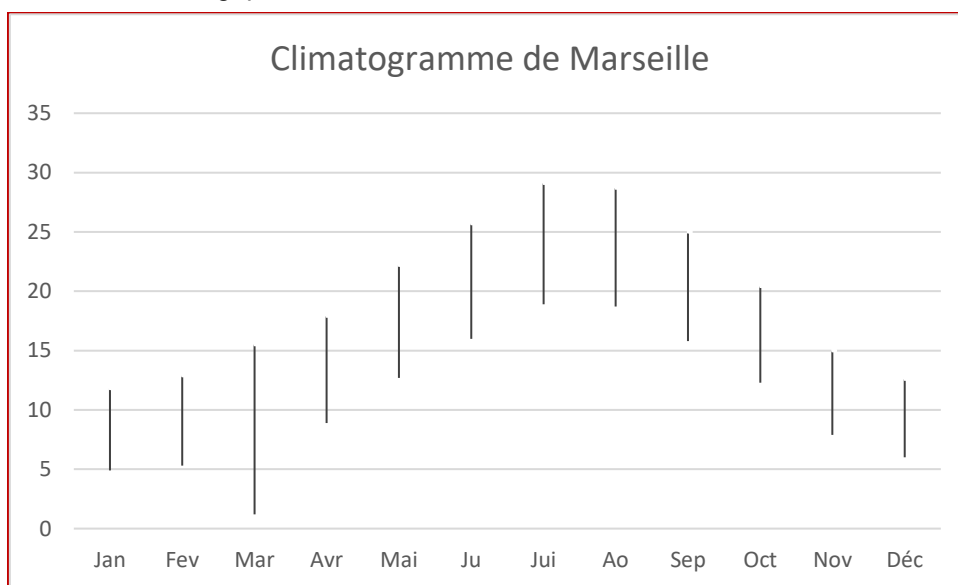


- **Septembre 2021**

Les conditions météorologiques du mois de septembre 2021 à la station de Marseille Saint-Louis (la plus proche du secteur d'étude à environ deux kilomètres au Nord) sont détaillés sur la figure suivante.

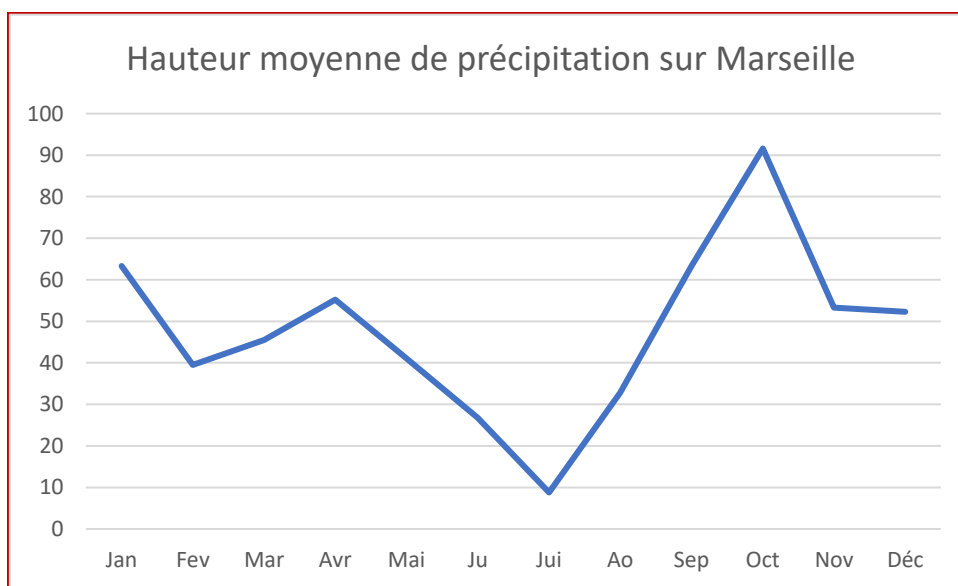
Le site du futur campus Théodora est soumis à un climat de type méditerranéen toutefois atténué par la proximité de la mer. Les températures hivernales sont plus douces et les étés moins caniculaires. Le régime des précipitations est caractérisé par une plus grande régularité mais les épisodes dits « méditerranéens », essentiellement automnaux et butant contre la Chaîne de l'Étoile, demeurent violents et impliquent de nombreux ruissellements, débordements de cours d'eau et désordres.

D'après la station météorologique de Marseille,



Source : Météo France - Station de Marseille (13) Indicatif : 130555001, alt : 75m, lat : 13°18'18"N, lon : 05°23'48"E

Figure 25 : Climatogramme de Marseille (Période 1971-2000) (source : fiche climatique de Marseille)



Source : Météo France - Station de Marseille (13) Indicatif : 130555001, alt : 75m, lat : 13°18'18"N, lon : 05°23'48"E

Figure 26 Hauteur de précipitations moyennes mensuelles de Marseille (Période 1971-2000) (source : fiche climatique de Marseille)

Normales annuelles – Marseille 1971-2000

Température minimale	11,2 °C
Température maximale	19,7 °C
Hauteur de précipitation	573,4 mm

Tableau 5 : Normales annuelles de la station météorologique de Marseille  
(source : Météo France)

La rose des vents de la station météorologique de Marseille (13) indique que les vents ont une orientation Nord-Ouest/Sud-Est. Le mistral, orienté nord-ouest est le vent dominant, il souffle en moyenne 65 jours/an avec des rafales qui dépassent régulièrement les 100 km/h.

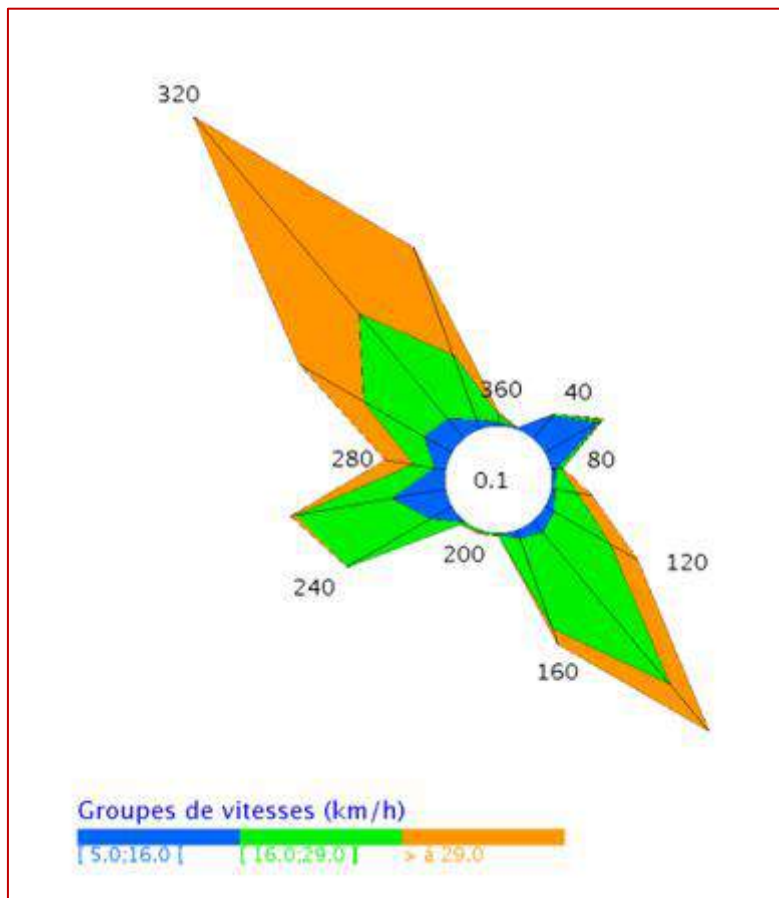


Figure 27 : Rose des vents à la station de Marseille (13) (source : fiche climatique de Marseille)

## 4.2 ENVIRONNEMENT DU SECTEUR D'ETUDES ET OCCUPATION DU SOL

### 4.2.1 SITE D'ETUDE

#### 4.2.1.1 Occupation du sol

Le secteur d'étude, d'une superficie de 1,6 hectare, est actuellement occupé par plusieurs entreprises qui sont pour la plupart parties du site en 2021. Le site est traversé par le ruisseau des Ayalades.



Figure 28 : Occupation du site au droit du site d'étude (source : EODD)

Voici une carte listant les entreprises présentes au sein du site d'étude :

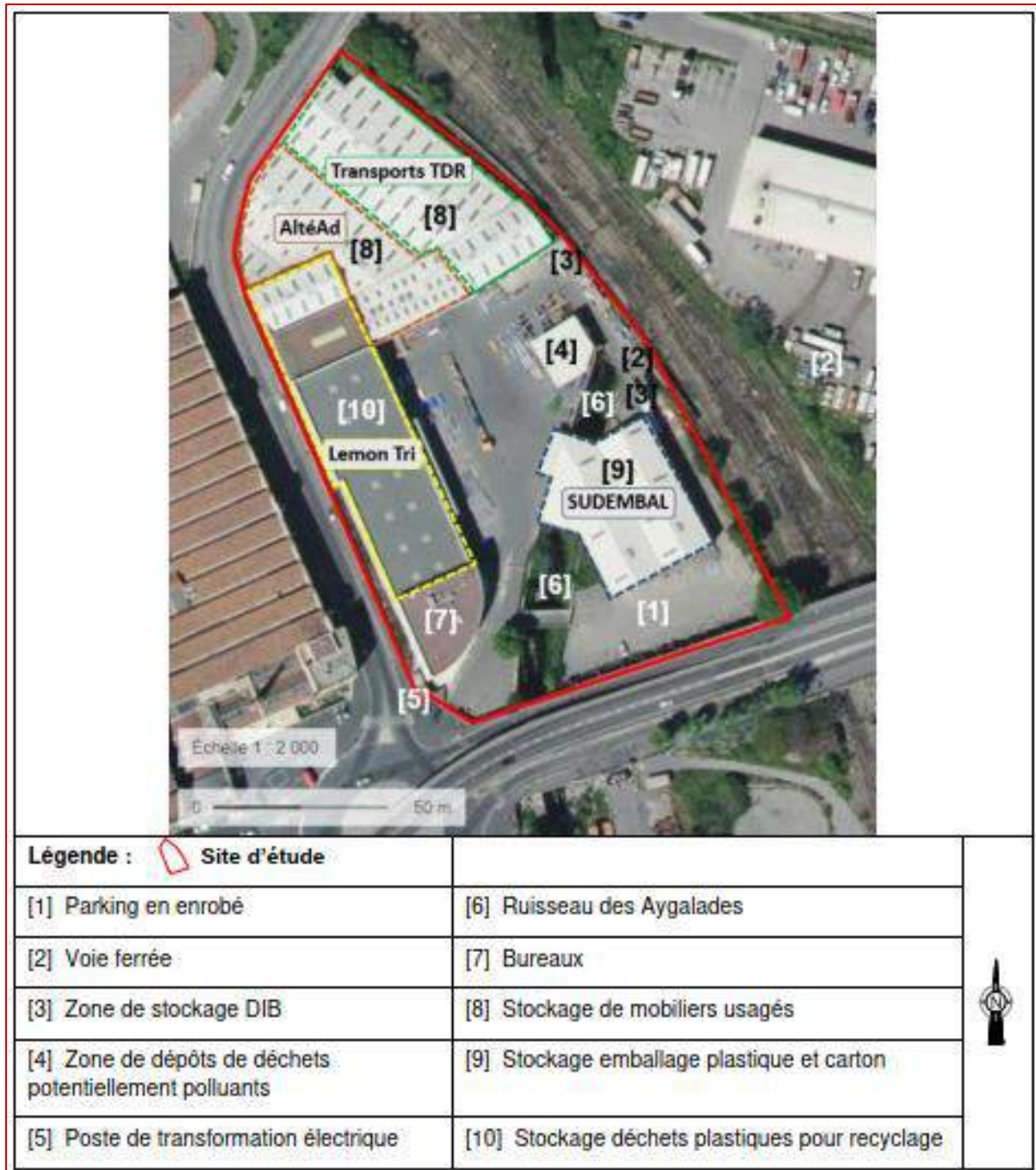


Figure 29 : Carte listant les entreprises à proximité immédiate du site (source : EODD)

#### 4.2.1.2 Phase exploitation

La société Jaguar Network, spécialisée dans la data et les télécoms, va lancer via la Foncière Jaguar la réalisation du campus numérique démonstrateur « Théodora ».

Le site, cédé à l'Établissement public foncier PACA et racheté par l'entreprise Foncière Jaguar, est actuellement occupé par l'Assistance publique des Hôpitaux de Marseille (APHM) et par des entreprises de transport et de packaging.

Le futur campus numérique Théodora accueillera à terme des laboratoires de recherche, de développement, d'innovation et de nouvelles technologies, de la formation, un business center, des



bureaux et espaces de coworking, des commerces, des espaces de restauration, une salle de sport et un pôle résidentiel. Environ 1 000 emplois directs et 2 500 emplois autour de « l'écosystème digital » sont attendus à court terme.

Le projet a été confié aux cabinets d'architectes Carta Associés (Marseille) et VLEG (Martigues).

Le futur campus sera composé d'un bâtiment principal de 180 m de long en appui sur l'avenue Ibrahim Ali, sur le même principe que les constructions actuelles, et d'un pavillon central, au cœur d'un parc paysager et fortement végétalisé. Ces deux volumes distincts seront reliés par une passerelle. En complément, un sixième immeuble est prévu en R+18, détaché des autres et uniquement relié à eux via une passerelle. Cet « îlot », plus proche du ruisseau et de la zone inondable associée, sera ainsi édifié sur pilotis.

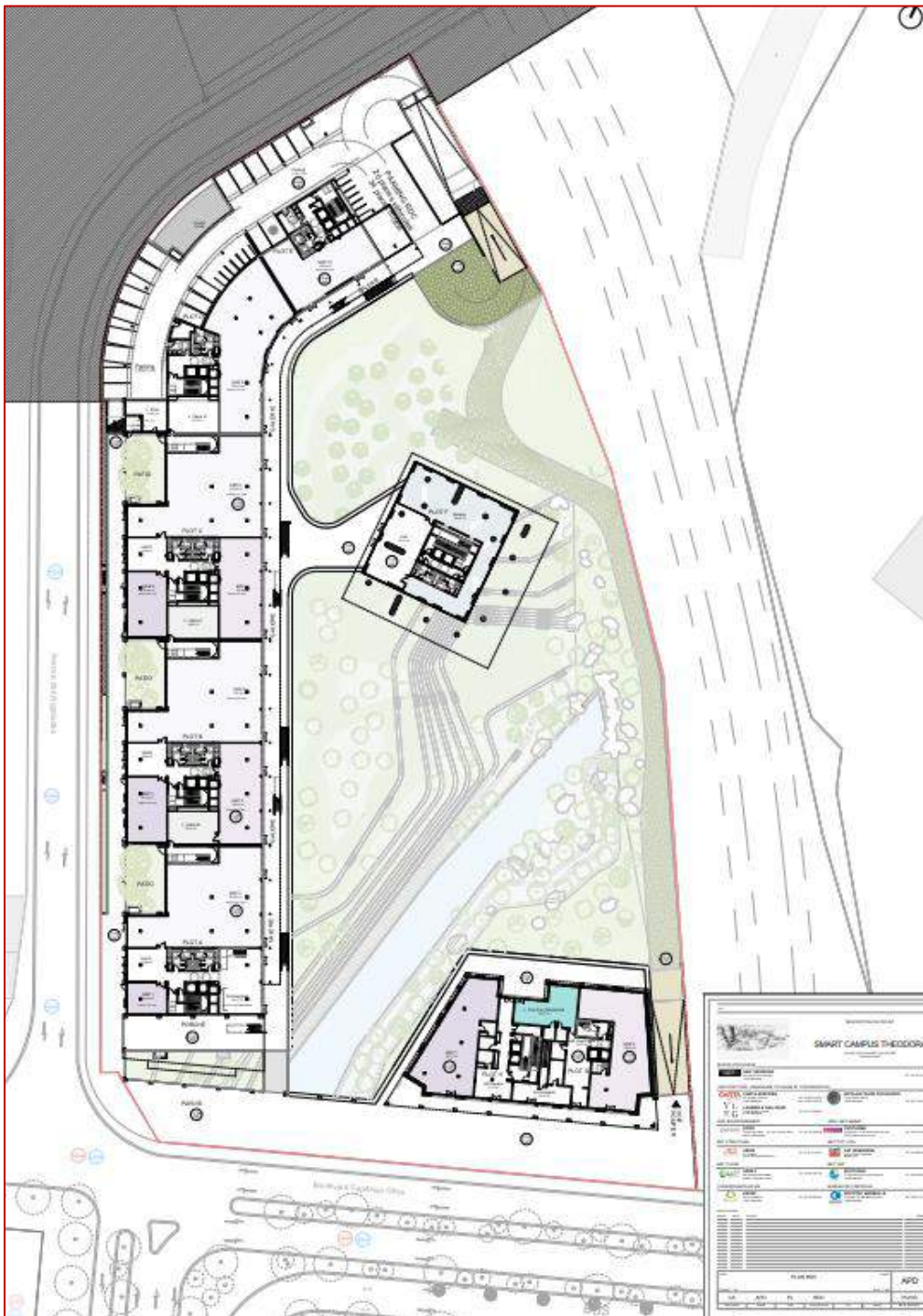


Figure 30 : Projet du campus Théodora (source : Carta Associés)

Le bâtiment principal sera divisé en cinq sous-unités :

- les plot A, B, C et D accueillant des Établissements recevant du public (ERP) en rez-de-chaussée non définis à ce stade et des activités tertiaires (le plot A recevra en plus une conciergerie dédiée à l'accueil, l'information et l'orientation) ;
- le plot E sera dédié à la formation.

Le pavillon central (plot F), quasi-autonome, n'accueillera que des activités tertiaires.

## 4.3 INVENTAIRE DES SOURCES D'ÉMISSIONS

Il existe 3 typologies d'émissions, fréquemment associées à des exemples types :

- Émissions ponctuelles : émissions industrielles (cheminées) ;
- Émissions linéiques : trafic routier ;
- Émissions surfaciques : déchetteries, parkings (par exemple).

### 4.3.1 TRAFIC ROUTIER

Les émissions de polluants d'une infrastructure sont directement proportionnelles au flux de trafic (VL et PL), à la composition des parcs automobiles, aux émissions unitaires des véhicules et dépendent fortement de la vitesse moyenne sur le parcours.

Notons que la passerelle du boulevard du Capitaine Gèze a été démontée dans le courant de l'année 2021.

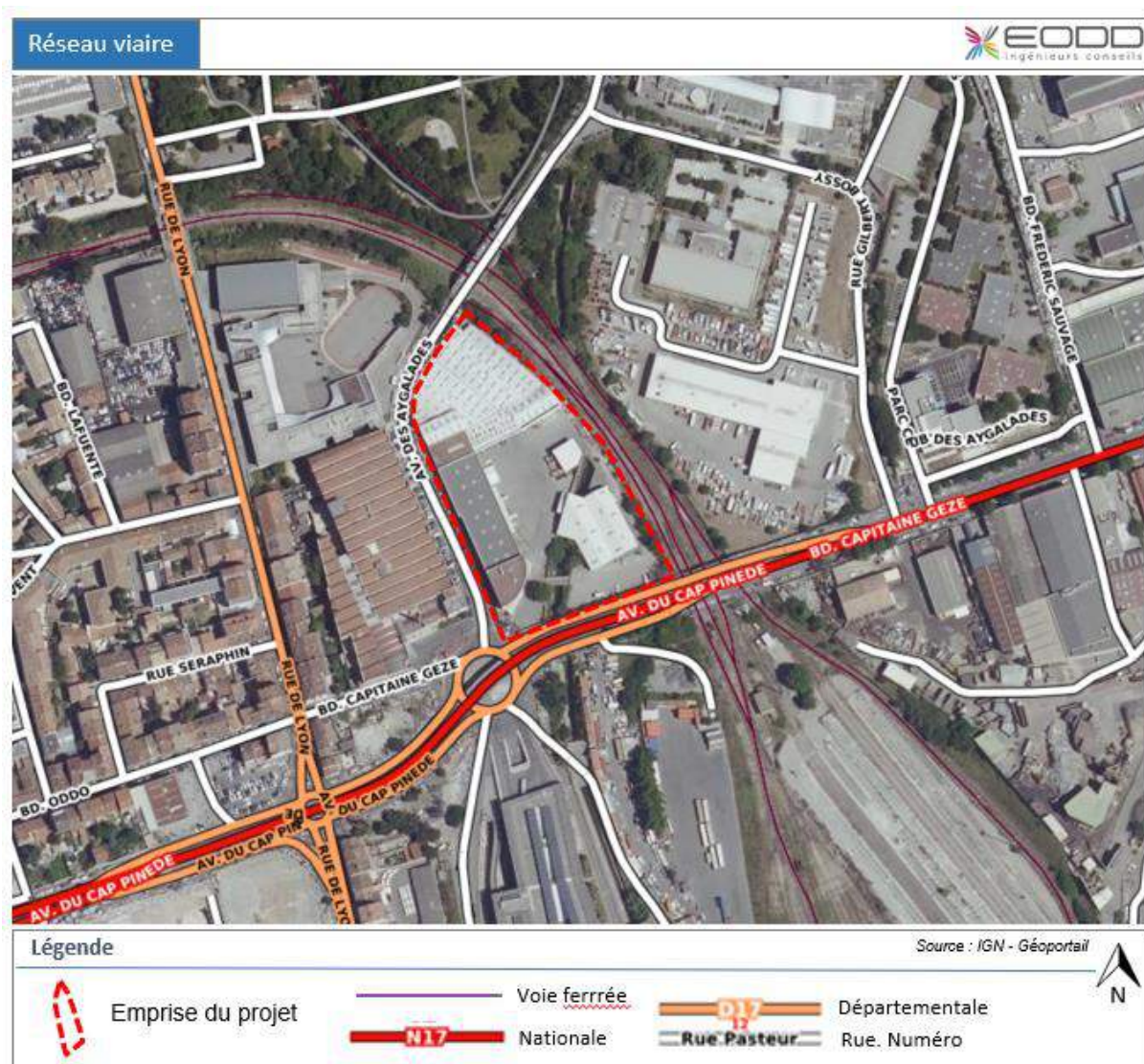


Figure 31 : Réseau viaire desservant le site d'étude (source du fond de plan : Géoportail)

D'après l'étude trafic réalisée par Transitec en 2021, les trafics retenus sont les suivants :



Voie	Situation actuelle 2020	
	TMJA	% PL
Cap pinède, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	19880	4,9
Cap pinède, section Ibrahim Ali/Gay Lussac	19880	5
Rue de Lyon, section au sud de l'Avenue Cap Pinède	9960	2,8
Avenue Ibrahim Ali	7680	6,5
Boulevard Oddo, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	3280	1,4

Tableau 6 : Tableau des trafics sur les voiries entourant le site d'étude (source : Transitec/EODD)

#### 4.3.2 AUTRES SOURCES D'EMISSIONS

Les sources d'émissions de polluants atmosphériques peuvent être de multiples natures, par exemple : industries à proximité, déchetteries, agriculture (dont certains élevages), ou encore les habitations à proximité (chauffage au bois ou au fioul notamment).

Ci-dessous sont réalisées des listes de données permettant de savoir quels établissements rejetant des polluants dans l'atmosphère sont implantés à proximité du site d'étude et susceptibles d'impacter la qualité de l'air locale.

Il est important cependant de souligner que la proximité avec une source ne confirme pas que celle-ci en particulier va plus impacter le site d'étude qu'une autre plus lointaine (cf. facteurs environnementaux et flux d'émissions notamment).

##### 4.3.2.1 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

Les informations sur les ICPE qui paraissent pertinentes dans le cadre de l'étude air (nature des activités et/ou leur importance) sont détaillées ci-dessous (sont surlignées en gras les **catégories susceptibles d'avoir des impacts sur la pollution atmosphérique**).

ICPE	Nom de l'établissement	Activités
Usine non Seveso - Autorisation	Profer Marseille	Broyeur, TTC Métaux et centre VHU
Usine non Seveso - Enregistrement	CDL	Démantèlement d'épaves
Usine non Seveso - Enregistrement	Surplus Marseille	Commerces de détail d'équipements automobiles

Tableau 7 : Sites ICPE recensés autour du secteur d'étude (source : Géorisques)

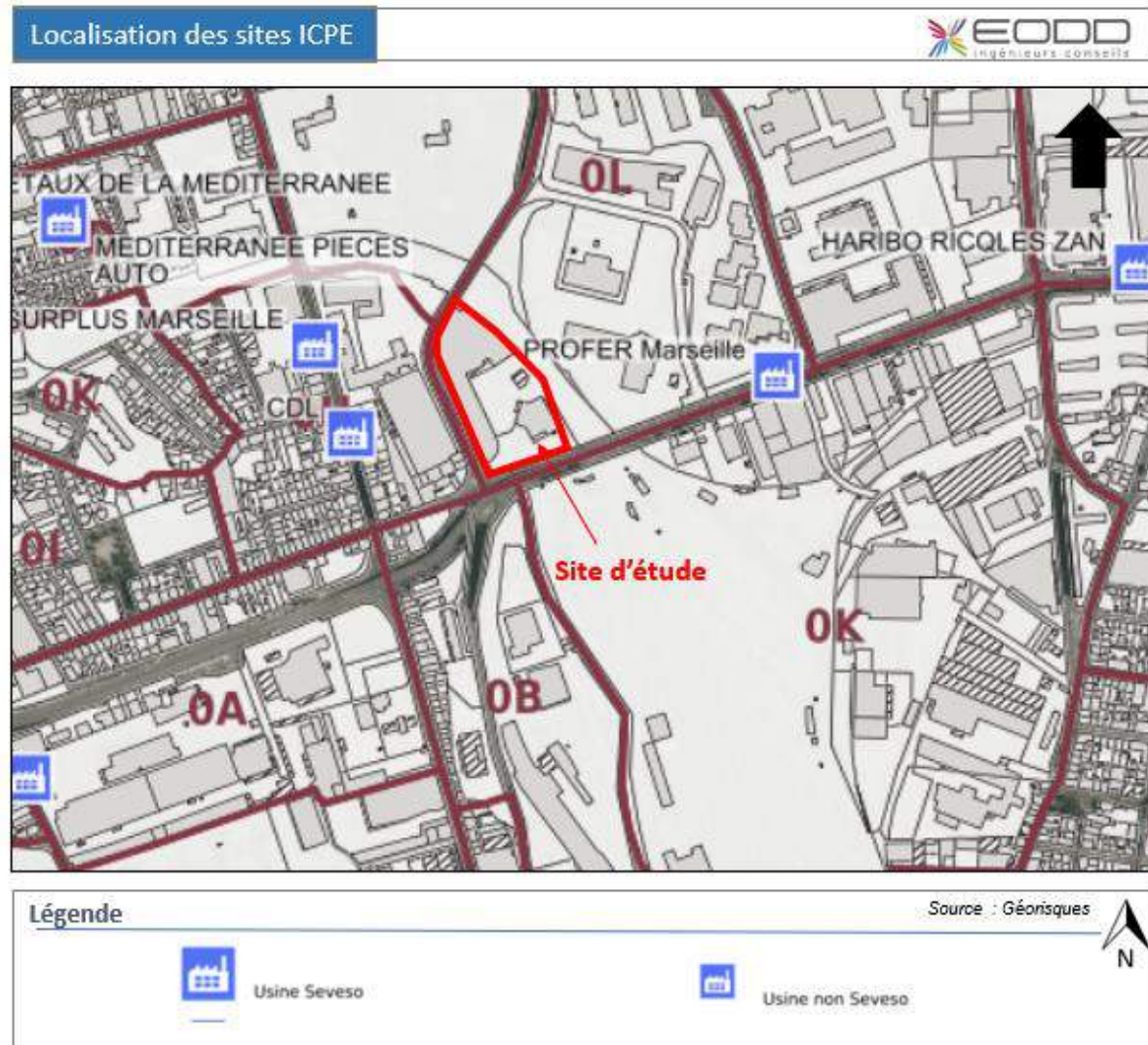


Figure 32 : Installations classées pour la protection de l'environnement - sources potentielles pouvant impacter la qualité de l'air du secteur d'étude (source : Géorisques)

#### 4.3.2.2 Inventaire historique des sites industriels et activités de service (BASIAS)

D'après la base de données BASIAS (Inventaire historique des sites industriels et activités de service), plusieurs sites industriels et/ou activités de service encore en activité sont recensés dans un rayon d'environ 600 m autour du secteur d'étude. Pour les sites encore en activité, ils représentent des sources actives potentielles pouvant impacter la qualité de l'air du secteur d'étude. Ils sont localisés sur la figure suivante et présentés dans le tableau suivant.



Figure 33 : carte de localisation des sites BASIAS au droit du site d'étude (source : BASIAS Géorisques)

Identifiant	Ref carte	Nom de l'établissement	Etat d'occupation du site	Activité	Date de début activité
PAC1317412	1	Ets Rocca, Tassy et de Roux	Activité terminée	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fabrication d'huiles et graisses végétales et animales (huile végétale et animale, y compris fonderie de suif), hors huile minérale</li> <li>Dépôt de liquides inflammables</li> <li>Traitement et revêtement des métaux (traitement de surface, sablage et métallisation, traitement électrolytique, application de vernis et peintures)</li> </ul>	01/01/1111



Identifiant	Ref carte	Nom de l'établissement	Etat d'occupation du site	Activité	Date de début activité
PAC1302369	2	L.Court de Payen et L.Falque	Ne sait pas	Fabrication de savons, de produits d'entretien et de parfums	09/06/1925
PAC1302432	3	Sté Lille Bonnière et Colombes	Activité terminée	Dépôt de liquides inflammables	01/01/1923
PAC1302670	4	Atelier de M. Brissac	Activité terminée	Apprêt et tannage des cuirs ; préparation et teinture des fourrures et cuirs (tannerie, mégisserie, corroierie, peaux vertes ou bleues)	01/01/01908
PAC1317411	5	Ets Rocca, Tassy et de Roux	Activité terminée	Fabrication d'huiles et graisses végétales et animales (huile végétale et animale, y compris fonderie de suif), hors huile minérale - Dépôt de liquides inflammables	01/01/1111

Tableau 8 : Sites BASIAS recensés à proximité immédiate du site d'étude (source : BASIAS Géorisques)

Seuls les 3 premiers sites sont inclus dans le périmètre d'étude.

## 4.4 DONNEES DE POPULATION

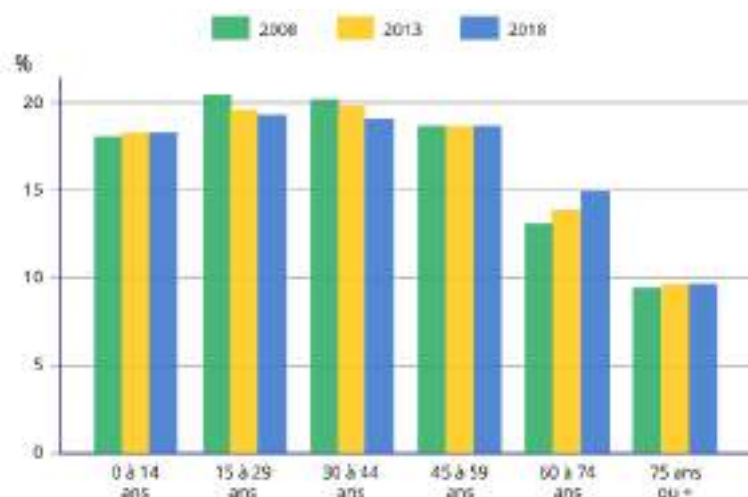
### 4.4.1 STRUCTURE DE LA POPULATION DE LA COMMUNE

Selon le site de l'Insee<sup>12</sup>, les données population de la commune de Marseille sont détaillées sur la figure suivante.

Population en 2018	868 277
Densité moyenne (hab/km <sup>2</sup> ) en 2018	3 608,5
Variation annuelle moyenne de la population en % (2013 à 2018)	0,3
Taux de natalité (%) en 2018	14,8
Taux de mortalité (%) en 2018	8,6

Tableau 9 : Données de populations de la commune de Marseille (source : Insee RP2018 exploitations principales)

<sup>12</sup> Institut national de la statistique et des études économiques



Entre 2008 et 2018, la population est marquée par un léger vieillissement (13,1 % à 14,9% pour la tranche d'âges 60 à 74 ans et une légère stabilisation pour les 75 ans et plus). Les tranches d'âges des 15-29 ans et 30-44 ans recule légèrement passant de 20 à 19 % de la population.

## 4.5 VOIES D'EXPOSITION DE LA POPULATION

### 4.5.1 EXPOSITION QUOTIDIENNE

Les zones accueillant une population au quotidien représentent un enjeu pour la santé humaine en matière d'exposition aux pollutions. Sont considérées comme des zones d'exposition quotidienne pour les populations les zones d'habitat, commerces, terrains récréatifs, voies de passage, autres infrastructures, jardins ouvriers ou familiaux, zones de loisirs...

La carte ci-dessous recense les différentes typologies de zones présentes au droit du site d'étude.



Figure 34 : Environnement proche du site d'étude (source : EODD)

La voie ferrée n'est actuellement plus utilisée

#### 4.5.2 ETABLISSEMENTS SENSIBLES

Il s'agit des établissements susceptibles d'accueillir des populations vulnérables. Il s'agit :

- Des structures d'accueil des enfants en bas-âge : crèches, haltes garderies, maternités ;
- Des établissements scolaires : écoles maternelles et primaires, collèges, lycées ;
- Des structures d'accueil des personnes âgées : maisons de retraite, EHPAD ;
- Des établissements de santé : hôpitaux, cliniques ;
- Des lieux dédiés à la pratique du sport en extérieur.

Plusieurs établissements sensibles sont présents dans un rayon de 800 mètres environ autour du site d'étude.





Figure 35 : Cartographie des établissements pouvant accueillir des personnes sensibles aux alentours du projet (source du fond de plan : Géoportail)

## 5. METHODOLOGIE

### 5.1 CAMPAGNE DE MESURES IN SITU

#### 5.1.1 METHODOLOGIE GENERALE

Conformément à la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B no 2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières, les investigations réalisées par un opérateur spécialisé d'EODD ingénieurs conseils, se sont déroulées du 17 au 27 septembre 2021, comme suit :

- Réalisation de 6 points de mesures (prélèvements d'air extérieur) dans le secteur d'étude :
  - 1 : Giratoire ;
  - 2 : Pointe Nord ;
  - 3 : Avenue Capitaine Gèze ;
  - 4 : Centre du site ;
  - 5 : Avenue Ibrahim Ali ;
  - 6 : Le long du bâti (côté intérieur).
  
- Hauteur des prélèvements : entre 1,2m et 1,5 m ;
  
- Prélèvements au moyen de :
  - Plaquettes de dépôt pour les **éléments traces métalliques (Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc)**;
  - Tubes Radiello  (tubes dont les parois sont perméables aux gaz et disposant d'une cartouche absorbante adaptée aux polluants à mesurer en son centre) : **pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)**.

L'étude de la qualité de l'air est basée sur le principe de l'échantillonnage passif. Ces essais sont basés sur la convection naturelle ou diffusion de l'air vers un adsorbant ou un support solide imprégné de réactif chimique, adapté à l'adsorption spécifique du polluant gazeux. Le polluant est transporté vers l'échantillonneur par diffusion moléculaire laminaire à travers une couche statique d'air jusqu'à la zone de piégeage où il est retenu.

Les supports de prélèvements (plaquettes de dépôt et tubes Radiello) ont été protégés durant leur pose sur site. Ils ont été laissés sur place pendant au moins 10 jours, conformément aux recommandations nationales (protocole analytique harmonisé pour les tubes passifs).

Les durées de prélèvement ont été définies en fonction des seuils de quantification du laboratoire, de manière à atteindre à minima les valeurs guides ou référentiels disponibles des polluants recherchés. Après prélèvement, les supports ont été rebouchés avec des bouchons plastiques étanches puis stockés à basses températures et à l'abri de la lumière dans des boîtes isothermes, puis transportés au laboratoire dans un délais court (24h) par la navette du laboratoire.

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire Wessling, accrédités COFRAC.

Les normes respectées par le laboratoire d'analyses Wessling sont mentionnées dans le tableau ci-dessous en fonction des paramètres analysés :

Paramètre	Norme	Laboratoire
Poussière totale sur plaquettes de dépôt	NF X43-007	Wessling Lyon (F)
Nitrite	D'ap EN 26777	Wessling Lyon (F)
Sulfites	D'ap EN ISO 10304-1	Wessling Lyon (F)
Métaux en air des lieux de travail	NF X43-275(A)	Wessling Lyon (F)

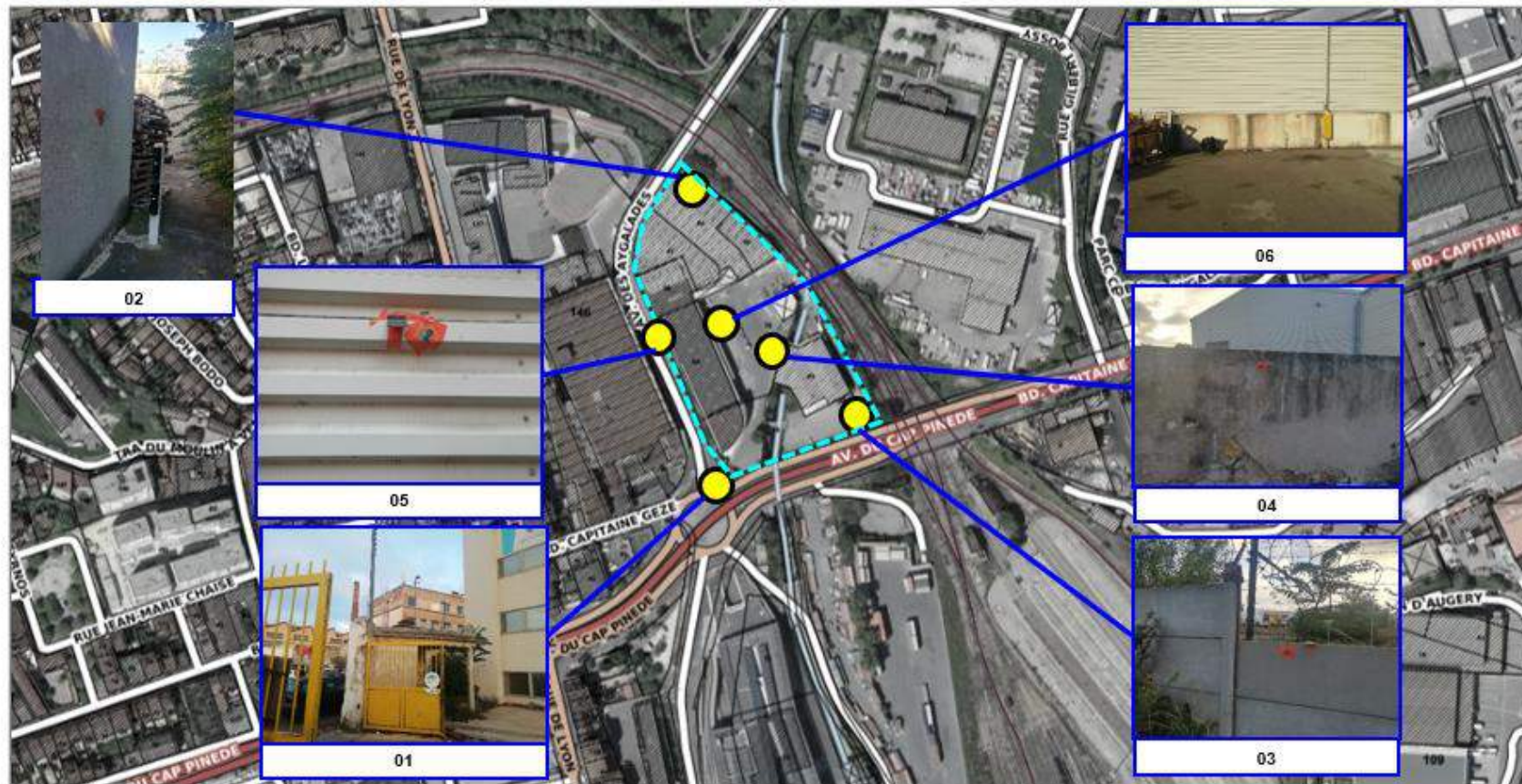
*Tableau 10 : Normes pour les méthodes d'analyses des échantillons d'airs prélevés sur site  
(source : Wessling)*

### 5.1.2 POINTS DE PRELEVEMENTS

Les points de prélèvement ont été positionnés de manière à représenter l'ensemble du secteur d'étude : la stratégie de définition du plan d'échantillonnage a été de couvrir l'ensemble du périmètre étudié ici, et d'être représentatif de situations variées (proximité des routes, espaces isolés) tout en prenant en compte les contraintes du terrain (points de fixation disponibles à hauteur souhaitée, pérennité et protection du support). Ils sont présentés sur le plan suivant.



### Localisation des points de mesure



#### Légende



Site d'étude






Point mesure

Source : aérien - Géoportail



Figure 36 : Localisation des points de mesures (source : EODD)

N° point	N° suivi labo	Date et heure de pose	Date et heure de dépose	Remarques (météo, position...)	Image pose
1	DJ511	17/09/2021 7h40	27/09/2021 7h09	Au-dessus du portail d'entrée contre le bâtiment à gauche . N'est pas couvert par la végétation.	
2	DJ516	17/09/2021 8h55	27/09/2021 7h52	Derrière le bâtiment sur un poteau en face de la voie de chemin de fer	
3	DJ513	17/09/2021 8h15	27/09/2021 7h35	Contre la voie de chemin de fer en dessous de l'avenue capitaine Gèze De nombreux insecte sont collés	




N° point	N° suivi labo	Date et heure de pose	Date et heure de dépose	Remarques (météo, position...)	Image pose
4	DJ514	17/09/2021 8h25	27/09/2021 7h25	Sur le mur le long du ruisseau Radiello retrouvé par terre	
5	DJ412	17/09/2021 8h	27/09/2021 7h20	Contre le bâtiment au niveau de l'avenue Ibrahim Ali	
6	DJ515	17/09/2021 8h45	27/09/2021 7h45	A côté d'une gouttière après les locaux Lemon tri	

Tableau 11 : Données concernant la pose et la dépose des supports de prélèvements de la campagne : Images et détails associés au terrain  
(source : EODD)



### 5.1.3 SUIVI DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques détaillées relevées au plus proche du site pendant les périodes de prélèvements sont synthétisées ci-après.

Les prélèvements d'air se sont déroulés du 17 au 27 septembre 2021.

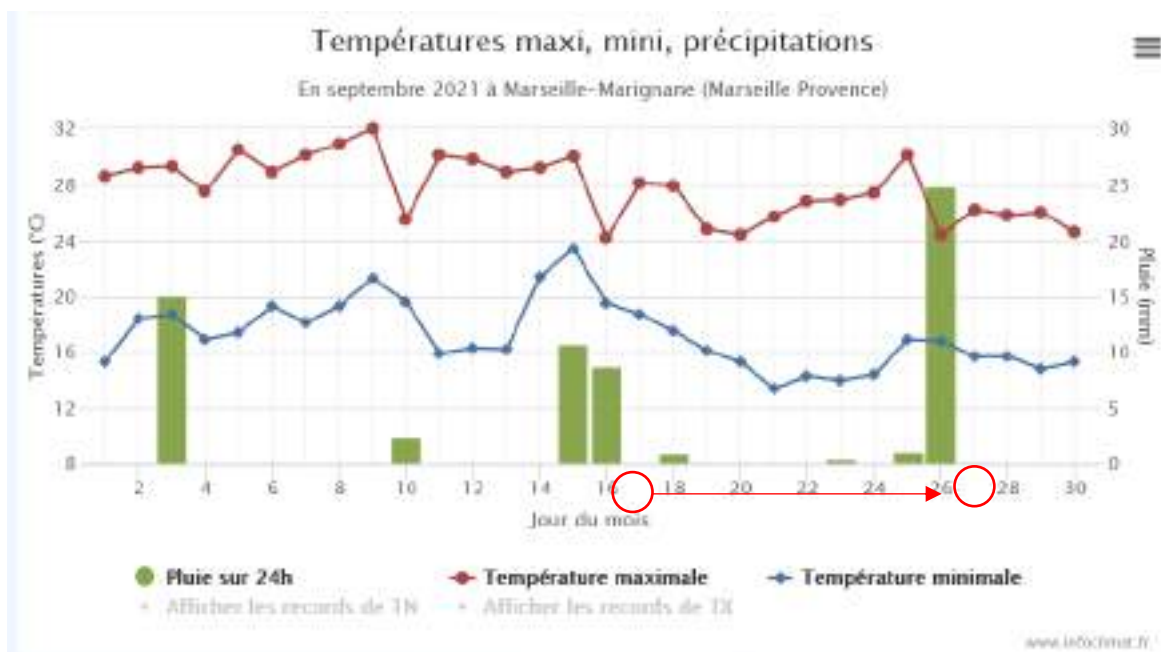


Figure 37 : Relevés de septembre 2021 : précipitations, températures maximales et minimales - source : Infoclimat – Station de Marseille-Marignane)

Date	Température minimale (°C)	Température maximale (°C)	Précipitations (mm)	Rafale maximale de vent (km/h)
Données mesurées du 17 au 27 septembre 2021				
17/09/2021	18,7	28,1	0	40,7
18/09/2021	17,5	27,9	1	41,8
19/09/2021	16,1	24,8	0,2	57,6
20/09/2021	15,3	24,4	0,2	46,8
21/09/2021	13,4	25,7	0,2	39,6
22/09/2021	14,3	26,8	0	36,4
23/09/2021	14	26,9	0,4	36
24/09/2021	14,4	27,4	0	23
25/09/2021	16,9	30,1	1,2	47,2
26/09/2021	16,8	24,4	24,9	66,2
27/09/2021	15,7	26,2	0,2	39,6

Tableau 12 : Relevés météorologiques sur les durées des prélèvements (17 au 27 septembre 2021) – source : Infoclimat Station de Marseille-Marignane

Sur la période de prélèvement :

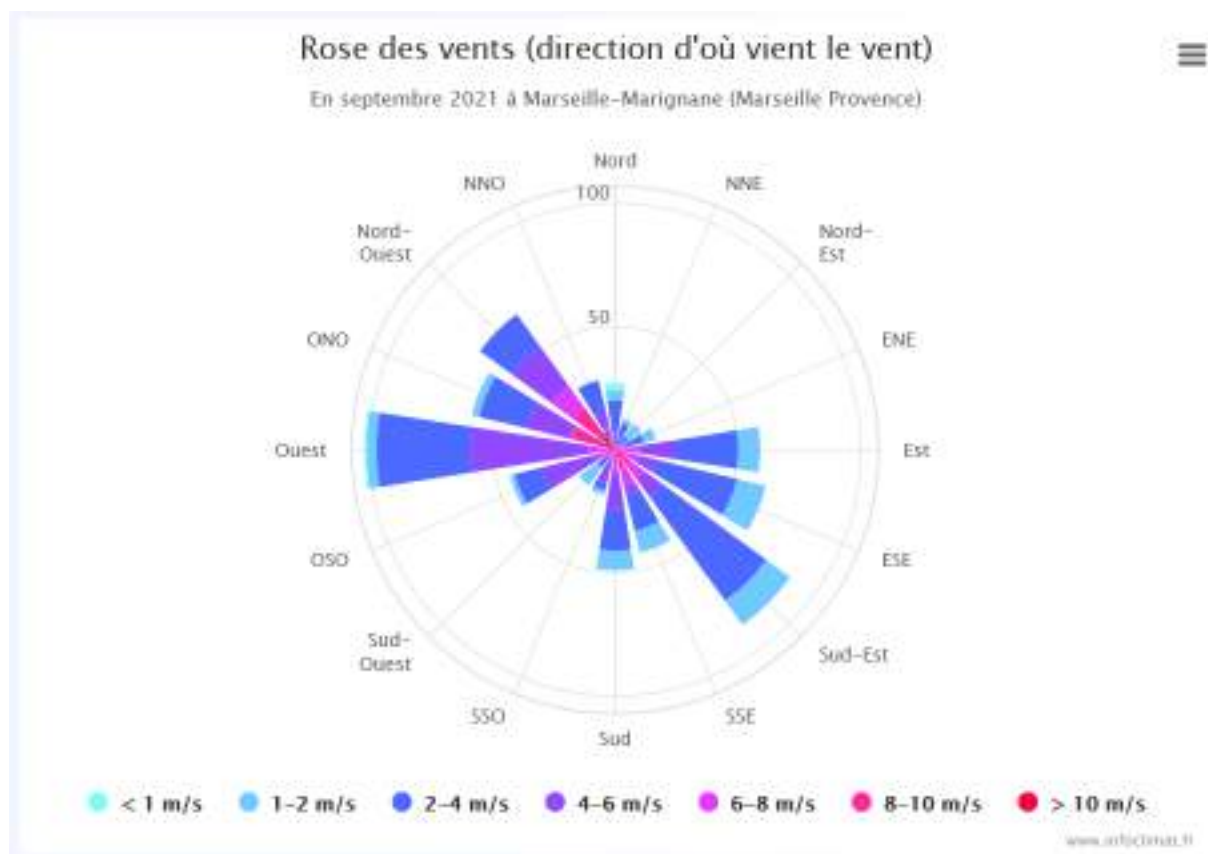
- Les températures ont oscillé entre 16 et 18°C ;
- Il a plu 24.9 mm, le 26/09.

Les conditions météorologiques observées lors de cette campagne ont été globalement assez peu pluvieuses, douces, et plutôt marquées par le vent (66 km/h le 26/09).

La dispersion des polluants a donc pu se faire normalement, d'autant que le vent est en général un facteur favorisant la dispersion, et donc abaissant les concentrations à proximité des sources émettrices.

Le facteur ayant le plus d'influence sur la représentativité d'une mesure d'air ponctuelle est le vent :

- sa force qui détermine la distance sur laquelle les polluants sont transportés ;
- sa direction qui détermine la direction dans laquelle les polluants sont transportés.



Les vents les plus forts provenaient de l'Ouest et du Sud-Est, de manière marquée, et les vents plus légers du Nord-Ouest et Est-Sud-Est.

#### 5.1.4 SUIVI ATMOSPHERIQUE PENDANT LES MESURES

Un suivi quotidien des prévisions de pollution atmosphérique a été réalisé pendant les périodes de mesure via le site ATMO Sud. Le suivi a porté sur les polluants suivants : PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> et PM<sub>2,5</sub>.

En ce qui concerne le NO<sub>2</sub> (composé recherché sur les points de mesure du secteur d'étude), le suivi met en évidence un indice de qualité de l'air moyen à dégradé, voire mauvais au droit des axes routiers bordant le site d'étude.

Les cartes suivantes présentent l'indice de pollution en NO<sub>2</sub> mis en évidence au cours des périodes de mesure.

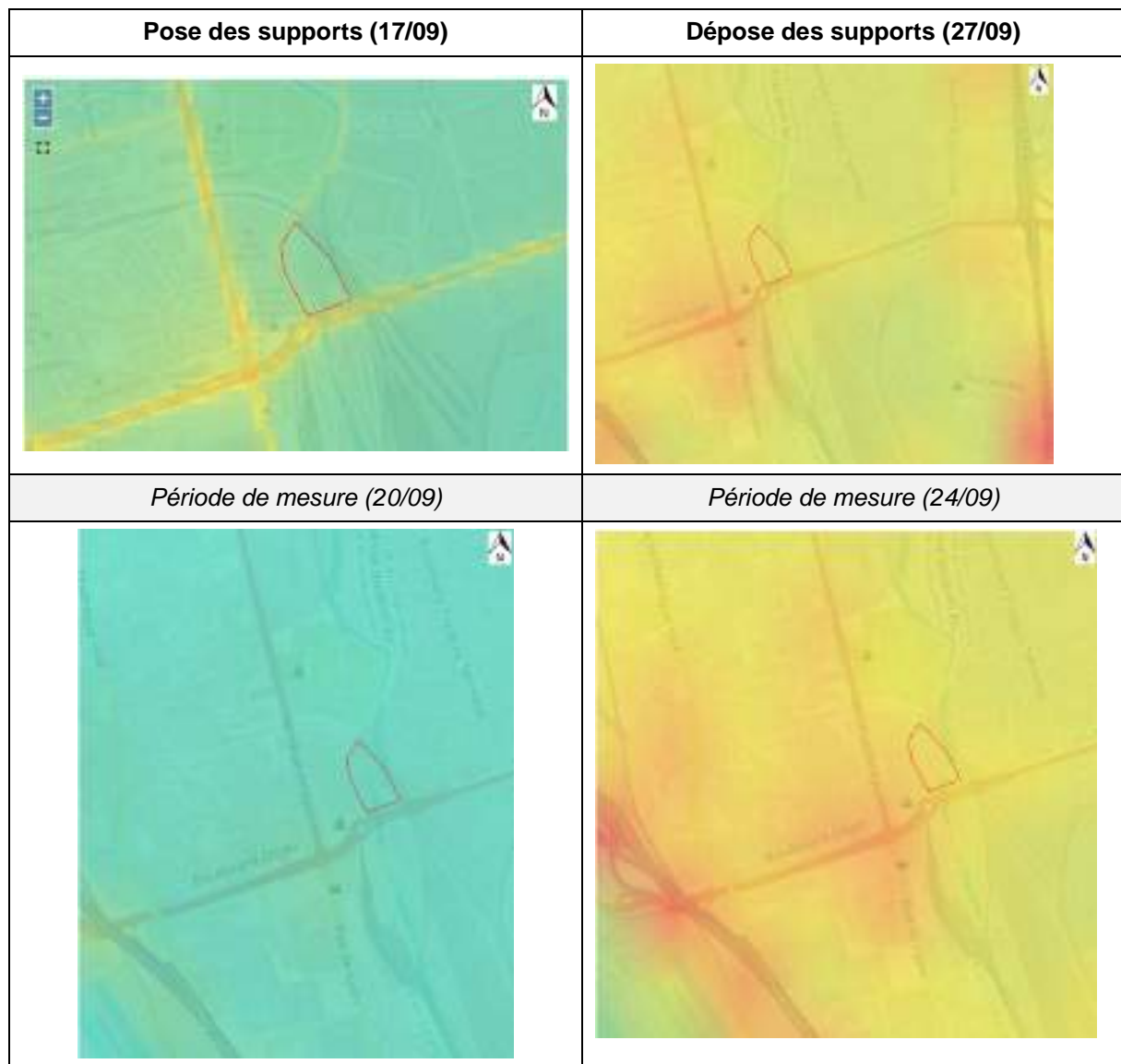


Tableau 13 : indice de pollution en NO<sub>2</sub> sur la période de mesure (source : ATMO Sud)

Les cartographies ci-dessus montrant l'indice de pollution en NO<sub>2</sub> lors de la campagne de mesures font ressortir une absence de pollution au NO<sub>2</sub> lors de la première partie des mesures puis une légère pollution au NO<sub>2</sub>. Notons que la commune de Marseille est touchée par la pollution au NO<sub>2</sub> en lien avec les infrastructures de Marseille cependant en fonction des secteurs, la pollution est plus ou moins marquée. Ceci pour s'expliquer par la présence du vent qui était plus marquée sur la fin de la campagne de mesure.

## 5.2 METHODOLOGIE DE L'ESTIMATION DE POLLUANTS DUS AU TRAFIC ROUTIER

Source(s) : Thèse de Masoud Fallah Shorshani « Modélisation de l'impact du trafic routier sur la pollution de l'air et des eaux de ruissellement », ADEME Réduction des émissions de polluants du transport de marchandises Septembre 2015

### 5.2.1 PRINCIPE – MODELE COPERT

Les modélisations routières réalisées pour obtenir les émissions de polluants dues au trafic routier doivent correspondre avec les besoins de la (ou des) modélisation de dispersion atmosphérique, et donc le recueil des données de trafic doit être fait en adéquation avec ces scénarii.

Le principe de la modélisation de trafic est d'utiliser des données de trafic et environnementales pour les transformer en un bilan des émissions par polluants en unité de masse par unité de temps (ex. kg/j).

La méthodologie utilisée pour cette étude est celle développée par le centre commun de recherche de la Commission européenne, intitulée « Computer Program to calculate Emissions from Road Transport » (ou « COPERT »).

COPERT est à la fois un outil (logiciel disponible en ligne par l'éditeur « Emisia »), et une méthode, principalement explicitée dans la méthodologie européenne d'inventaire qui distingue les émissions à l'échappement, les émissions par évaporation de carburant, par usure de pneumatiques et des freins, et par abrasion de la route.

Il permet de réaliser un inventaire agrégé d'émission par tronçons routiers à partir des trafics routiers sur des tronçons de routes donnés evt des vitesses de circulation représentatives. Il calcule :

- les émissions à chaud pour les véhicules légers (voitures, véhicules utilitaires légers, 2-roues) et lourds (camions, autobus et autocars) ;
- les surémissions à froid pour les véhicules légers ;
- les surémissions liées à la pente et au chargement pour les véhicules lourds ;
- les corrections liées aux améliorations des carburants ;
- les corrections liées au vieillissement des catalyseurs et leur maintenance ;
- les émissions par évaporation des véhicules légers (essence) ;
- l'émission non-échappement (usure des freins et pneumatiques seulement).

Les véhicules sont subdivisés en 242 types (63 VP, 14 VUL, 99 PL, 46 bus, 20 deux roues) selon le carburant utilisé, la taille du moteur ou le poids du véhicule, la technologie et les réglementations portant sur les émissions.

Les émissions totales sont calculées par sommation sur les catégories détaillées de véhicules, des différents phénomènes d'émissions (échappement de moteur chaud et froid, et évaporation), chacun résultant de produits de facteurs d'émission par une donnée d'activité. Les émissions du véhicule dépendant fortement des conditions de circulation (et de fonctionnement du moteur), on différencie également les émissions en zones urbaine, rurale et autoroute.

Équation de base pour le calcul des émissions :

$$E = A * Fem$$

**E** : Emission, généralement exprimée en masse ;

**A** : Activité des émetteurs (par exemple un nombre de véhicules.km ou consommation de carburant) ;

**Fem** : Facteur d'émission unitaire (en unité de polluant par unité de l'activité de l'émetteur, par exemple en mg/km).

Le facteur d'émission unitaire permet donc de convertir des données quantitatives d'activité en émissions de polluants. Il désigne la quantité de polluant émis par un véhicule sur une unité de distance ou de temps et dépend de nombreux facteurs comme :

- le type de véhicules : véhicules particuliers (VP), véhicules utilitaires légers (VUL), poids lourds (PL), bus, car, 2 roues motorisées ;
- le mode de carburation (essence, diesel, GPL) ;
- la cylindrée (ou le PTAC (poids total autorisé en charge) pour les PL) ;
- la date de mise en circulation (pour tenir compte des normes d'émission, notamment les normes Euro7, et de l'âge du véhicule) ;
- la température des organes du véhicule (moteur et dispositif de traitement des gaz d'échappement) ;
- le polluant considéré ;
- la cinématique du véhicule lors de son trajet (vitesse, accélération) ;
- la pente de la voie ;
- la charge du véhicule ;
- etc.

Les émissions totales du trafic routier se calculent en pondérant les émissions unitaires de chaque classe de véhicule par la part de cette classe dans le trafic considéré. Ces données sont rentrées via le paramétrage du parc de véhicules (cf. partie suivante).

Le modèle fournit des émissions par tronçon pour un pas de temps choisi, pour 30 polluants, dont : CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, COV, benzène, PM, SO<sub>2</sub>, Pb, Cd, CH<sub>4</sub>, COVNM, N<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, HAP, Cu, Cr, Ni, Se, Zn, Ba, As, acroléine, formaldéhyde, 1,3-butadiène, acétaldéhyde, et benzo(a)pyrène.

## 5.2.2 PARC AUTOMOBILE

D'après l'ADEME, l'observation ou l'estimation du parc automobile circulant en un point donné repose généralement sur un comptage manuel (par enquêteurs) ou sur un enregistrement (par caméra) des plaques d'immatriculation à un endroit et pendant une période donnée, pour remonter au fichier central des automobiles, et connaître la date de première mise en circulation et donc sa norme Euro.

On calcule alors, pour les différentes catégories de véhicules, la structure du trafic (% de chaque norme Euro) circulant en ce point. Ensuite, un calage sur les données de comptage exhaustif permet de rétablir le volume du trafic.

Plusieurs fournisseurs de données de parc automobile existent, et chaque parc a sa propre nomenclature de classes de véhicules (carburant, norme Euro, date de mise en circulation, kilométrage parcouru, type d'urbanisation, etc.). L'IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux), le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) sont par exemple deux fournisseurs de parcs automobiles de référence.

Les deux-roues ne sont pas pris en compte dans la méthodologie de calcul des facteurs d'émission.

Sous-catégorie	Carburant	Cylindrée	Classe technologique
VEHICULE PARTICULIER (VP)	ESSENCE	< 1.4 l 1.4 l < <2 l > 2 l	Pré ECE ECE 15/00-01 ECE 15/02 ECE 15/03 ECE 15-04 ECE 15-05 Euro 1 Euro 2 Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	DIESEL	< 2 l > 2 l	Conventionnel Euro 1 Euro 2 Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	GPL	Toutes	Euro 1 Euro 2 Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	HYBRIDE ESSENCE	Small Medium Big	Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	HYBRIDE DIESEL	Small Medium Big	Euro 5 Euro 6
VEHICULE UTILITAIRE LEGER (VUL)	ESSENCE	< 3.5 t	Conventionnel Euro 1 Euro 2 Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	DIESEL	< 3.5 t	Conventionnel Euro 1 Euro 2 Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	ELECTRIQUE	Toutes	Toutes

Figure 38 : Types de véhicules utilisés (source : Thèse de Masoud Fallah Shorshani « Modélisation de l'impact du trafic routier sur la pollution de l'air et des eaux de ruissellement » )

Le parc utilisé est celui de l'IFSTTAR datant de 2013, qui se décline selon les typologies : urbain, rural, autoroute et global.



### 5.2.3 BRINS CONSIDERES

Les tronçons modélisés sont ceux portant le trafic routier le plus significatif.



Figure 39 : Brins considérés uniformes pour le trafic dans les différents scénarios : Initial + référence à gauche, état projet au milieu et impacts cumulés à droite (source : EODD)

### 5.2.4 TRAFIC PAR TRONÇON

Les données sur les volumes de trafic sont nécessaires pour estimer les émissions de polluants.

Les données utilisées proviennent de l'étude trafic réalisée par Transitec dans le cadre du projet Théodora.

Le scénario « de référence » est défini par un réseau routier avec les mêmes infrastructures qu'à l'état initial, ainsi que les mêmes trafics<sup>13</sup>. Ce qui différencie ce scénario de l'initial n'est donc ni le réseau ni le trafic, mais l'année de modélisation (2020 en initial, 2030 en référence), c'est-à-dire que c'est le parc de véhicules qui évolue.

L'utilisation de données trafic en TMJA est ici privilégiée afin de lisser les données et être plus représentatif de la qualité de l'air en général plutôt que de considérer les données de pointe, particulièrement élevées. La présente étude recherche globalement un risque associé des expositions à long terme avec des valeurs moyennes et non des expositions courtes et aiguës. Les données d'émissions de polluants seront donc obtenues en gramme/jour.

Dans le cas où certaines données de trafic sont exprimées en heure de pointe du matin et pointe du soir (HPM/HPS), elles sont converties pour obtenir le trafic moyen journalier. Selon la pratique courante, à partir des données en heure de pointe du matin et pointe du soir (HPM/HPS), on utilise un facteur 8 pour obtenir des TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel). Cette valeur a été validée avec le bureau d'étude Transitec en charge de l'étude trafic.

Les tronçons ne disposant pas de données de trafic sont complétés par méthode de recollement (additions, soustractions) grâce à ceux qui les jouxtent.

Les trafics pris en compte sont présentés dans le tableau ci-dessous :

---

<sup>13</sup> Il est difficile d'évaluer la variation des trafics sans projet, qui pourrait être positive tirée par un nombre global de trajets en augmentation sur la métropole, ou bien négative, tirée par une part modale de la voiture qui serait en baisse au profit des modes doux ou transports collectifs.

Voie	Situation actuelle 2020		Situation référence (2030)		Situation 2030 avec projet	
	TMJA	% PL	TMJA	% PL	TMJA	% PL
Cap pinède, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	19880	4,5	13460	5	13640	5
Cap pinède, section Ibrahim Ali/Gay Lussac	19880	5	17360	5	18080	5
Rue de Lyon, section au sud de l'Avenue Cap Pinède	9980	2,8	3560	3	8030	3
Avenue Ibrahim Ali	7680	6,5	4040	7	5360	7
Boulevard Oddo, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	3280	1,4	8460	2	8760	2

Tableau 14 : Trafic issu de l'étude trafic de Transitec au droit du site d'étude (source : étude de trafic de Transitec)

### 5.2.5 VITESSES MAXIMALES AUTORISEES

Les vitesses moyennes sont nécessaires pour le calcul des émissions liées au trafic routier. On utilise ici les vitesses maximums autorisées sur les tronçons.

N'ayant pas les données spécifiées pour les poids lourds, on considère que leur vitesse est égale à celle des véhicules légers sur la plupart des tronçons, hormis ceux où la vitesse maximale autorisée est de 90 km/h, dans ces cas-là la vitesse considérée pour les poids lourds est de 80 km/h.

### 5.2.6 CARACTERISTIQUES D'UN DEPLACEMENT MOYEN DU TERRITOIRE

Source : PDU de la métropole de Marseille suite à l'enquête déplacement ménage de 2009 remis à jour

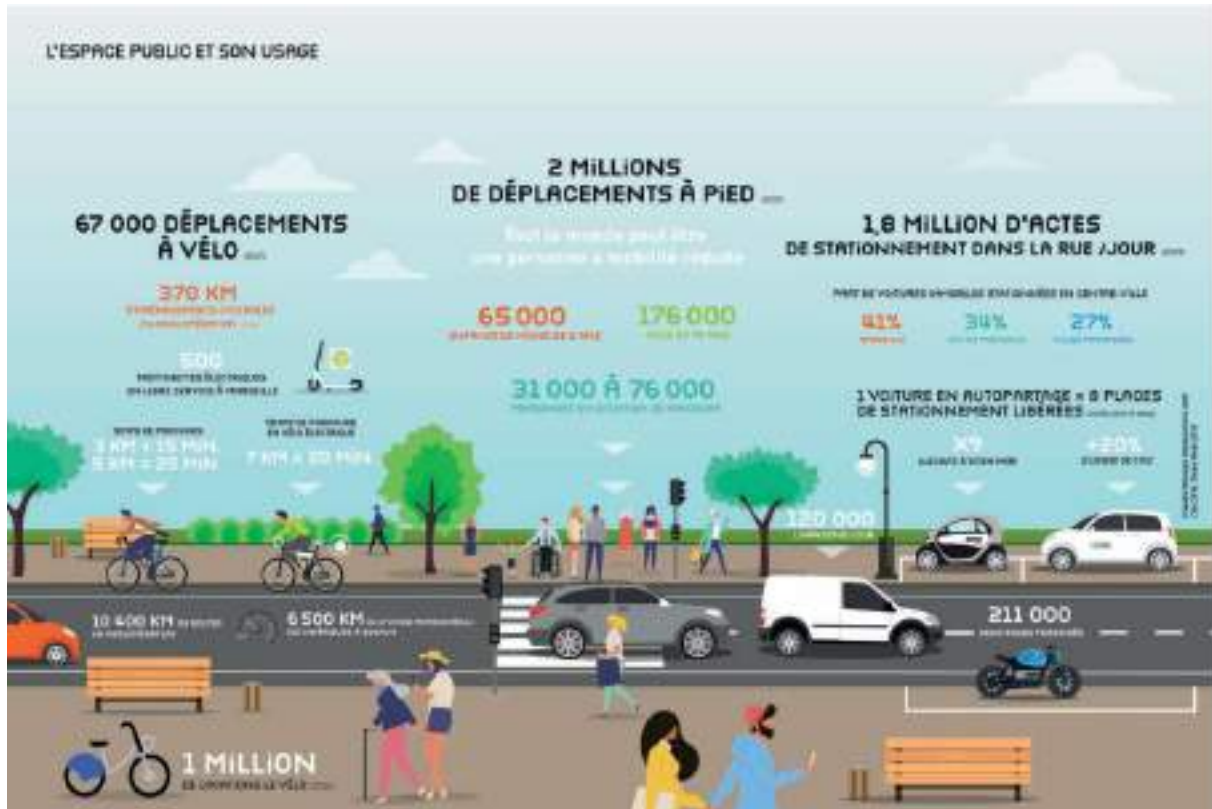
Ce sont 969 000 voitures et 211 000 deux roues et 22 % des ménages qui n'ont pas de voiture.

Les transports collectifs sont bien développés sur le territoire métropolitain avec un millions de voyages par jour pour 320 000 km parcourus par jour.

Le tramway de Marseille est très fréquenté avec 143 000 voyageurs par jour.

L'illustration ci-dessous montre les usages des différents modes de déplacements aussi bien par les voitures que les modes actifs :

Les modes actifs sont relativement développés sur la métropole de Marseille.



## 6. CAMPAGNE DE MESURE IN SITU

La méthodologie suivie pour la réalisation de ces campagnes est détaillée au 5.1, précisant la localisation des points retenus, le matériel et les polluants analysés, et les conditions météorologiques au moment des campagnes.

### 6.1 PRESENTATION DES VALEURS DE REFERENCE

Les valeurs retenues pour une comparaison à titre indicatif avec les résultats des concentrations mesurées sont celles présentées en partie 3.2.2 (valeurs réglementaires) qui sont complétées le cas échéant. Ainsi, les valeurs de référence suivantes ont été retenues.

Le 28/09/2021, l'OMS publie de nouvelles lignes directrices relatives à la qualité de l'air et notamment la modification de valeurs seuils pour certains polluants (les modifications sont inscrites en violet).

Polluant	Valeurs limites	Objectif de qualité de l'air	Seuil de recommandation et d'information	Seuil d'alerte	OMS Valeur guide
<b>Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</b>	Moyenne annuelle : 40 µg/m <sup>3</sup>  Moyenne horaire : 200 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18h par an	Moyenne annuelle : 40 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne horaire : 200 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne horaire : 400 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser pendant 3h consécutives  200 µg/m <sup>3</sup> si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain	Moyenne annuelle : 40 µg/m <sup>3</sup> <i>passé à 10 µg/m<sup>3</sup></i>  Moyenne horaire : 200 µg/m <sup>3</sup>
<b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>	Moyenne journalière : 125 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 jours par an  Moyenne horaire : 350 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 24h par an	Moyenne annuelle : 50 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne horaire : 300 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne horaire sur 3h consécutives : 500 µg/m <sup>3</sup>	Exposition de 24 heures : 20 µg/m <sup>3</sup> <i>passé à 40 µg/m<sup>3</sup></i>  Exposition de 10 minutes : 500 µg/m <sup>3</sup>

Tableau 15 : Valeurs réglementaires – seuils de qualité de l'air (Sources : directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur publié le 21 mai 2008)

En France, il n'existe pas de valeurs réglementaires concernant les **retombées atmosphériques** de métaux lourds (analysés via les **plaquettes de dépôt**). En Allemagne, la loi pour le maintien de la pureté de l'air (TA Luft) du 24 juillet 2002 donne les valeurs de référence pour les dépôts de poussières et métaux en moyenne annuelle. En Suisse l'Ordonnance de la protection de l'air du 03 juin 2003 fixe des valeurs réglementaires exprimées en moyenne annuelle (zinc).

Les valeurs indicatives données en zone urbaine et zone rurale viennent de l'Ineris, d'après leur citation dans le document intitulé « Qualité de l'air dans l'environnement du centre de traitement et de valorisation des déchets Valorena », datant de septembre 2012, dont l'auteur est « Air Pays de la Loire ».

Les valeurs de référence sont présentées ci-après.

Substances étudiées	Unités	Valeur limite TA Luft 24/07/2002 (Allemagne)	Ordonnance de la protection de l'air du 3 juin 2003 (Suisse)	Zone urbaine (Ineris)	Zone rurale (Ineris)
Cadmium (Cd)	µg/m <sup>2</sup> /jour	2	-	0,3 – 3,0	0,2 – 0,9
Chrome (Cr)	µg/m <sup>2</sup> /jour	-	-	1,8 – 17,6	1,7 – 6,7
Cuivre (Cu)	µg/m <sup>2</sup> /jour	-	-	2,1 – 67,9	3,5 – 9,5
Nickel (Ni)	µg/m <sup>2</sup> /jour	15	-	1,0 – 22,9	1,6 – 3,7
Plomb (Pb)	µg/m <sup>2</sup> /jour	100	-	0,4 – 106	3,3 – 10,3
Zinc (Zn)	µg/m <sup>2</sup> /jour	-	400	10 – 285	17,8 – 219

Tableau 16 : Valeurs de référence sur les retombées atmosphériques (plaquette de dépôt)

## 6.2 PRESENTATION DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE

Des conversions ont été réalisées à partir des résultats bruts provenant du laboratoire d'analyses, comme suit.

- pour les métaux et les poussières (plaquettes de dépôt) : masse récoltée sur le support (µg ou mg) convertie en µg/m<sup>2</sup>/jour selon la norme NFX43-007 ;
- pour les dioxydes d'azote et de soufre (tube Radiello) : masse convertie en µg/m<sup>3</sup> selon les débits de piégeage et les calculs spécifiques à réaliser (procédure Radiello).

**Une campagne** a été menée du 17 septembre au 27 septembre 2021.

Il est à noter que les valeurs de référence sont données en moyennes réalisées statistiquement sur une année, alors que les résultats des mesures correspondent à des moyennes réalisées statistiquement sur 10 jours dans notre cas.

Les résultats d'analyses sont présentés dans le tableau ci-dessous et comparés aux valeurs de référence présentées dans le paragraphe ci-avant.

Les résultats sont également présentés sous forme cartographique afin de mieux appréhender leur interprétation par rapport aux caractéristiques du site (proximité avec des sources de polluants).

Les cartographies sont séparées en deux catégories :

- **les polluants suivis et soumis à des seuils réglementaires**
- **ceux qui ne le sont pas.**

Substances étudiées	Unités	Valeurs de référence et source (objectifs de la qualité de l'air)			Points de mesure						
					Référence temporelle	1 : Giratoire	2 : Pointe Nord	3 : avenue C.Gèzee	4 : centre du site	5 : avenue Ibrahim Ali	6 : Le long du bâti (côté intérieur)
<b>Tube Radiello – POLLUANTS REGLEMENTES : Objectifs de qualité de l'air</b>											
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	40	en moyenne annuelle civile	article R. 221-1 du code de l'environnement	En moyenne sur 8 jours de mesures	65,75	14,35	25,10	30,37	48,06	38,43
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	50	en moyenne annuelle civile	article R. 221-1 du code de l'environnement	En moyenne sur 8 jours de mesures	<4,34	<0,87	<1,74	<0,87	<1,61	<0,88
<b>Plaquette de dépôts – NFX43-007 : POLLUANTS NON REGLEMENTES : Valeurs de référence indicatives</b>											
Cadmium (Cd)	µg/m <sup>2</sup> /jour	2	en moyenne annuelle civile	Valeur limite TA Luft 24/07/2002 en µg/m <sup>2</sup> /jour (Allemagne)	En moyenne sur 8 jours de mesures	1,82	<0,56	<0,56	<0,56	<0,56	1,98
Chrome (Cr)	µg/m <sup>2</sup> /jour	1,8 – 17,6	-	Zone urbaine (Ineris)	En moyenne sur 8 jours de mesures	98	62	92	40	92	144
Cuivre (Cu)	µg/m <sup>2</sup> /jour	2,1 – 67,9	-	Zone urbaine (Ineris)	En moyenne sur 8 jours de mesures	220	58	50	76	62	154
Nickel (Ni)	µg/m <sup>2</sup> /jour	15	en moyenne annuelle civile	Valeur limite TA Luft 24/07/2002 en µg/m <sup>2</sup> /jour (Allemagne)	En moyenne sur 8 jours de mesures	52	30	44	22	42	70
Plomb (Pb)	µg/m <sup>2</sup> /jour	100	en moyenne annuelle civile	Valeur limite TA Luft 24/07/2002 en µg/m <sup>2</sup> /jour (Allemagne)	En moyenne sur 8 jours de mesures	136	20	30	60	28	154
Zinc (Zn)	µg/m <sup>2</sup> /jour	400	en moyenne annuelle civile	Ordonnance de la protection de l'air du 3 juin 2003 en µg/m <sup>2</sup> /jour (Suisse)	En moyenne sur 8 jours de mesures	620	86	140	190	200	740

Tableau 17 : Résultats d'analyses de l'air (concentrations) sur le secteur d'étude comparées aux valeurs de référence





Figure 40 : Cartographie des résultats de la campagne de mesures sur site de septembre 2021– Polluants suivis règlementairement

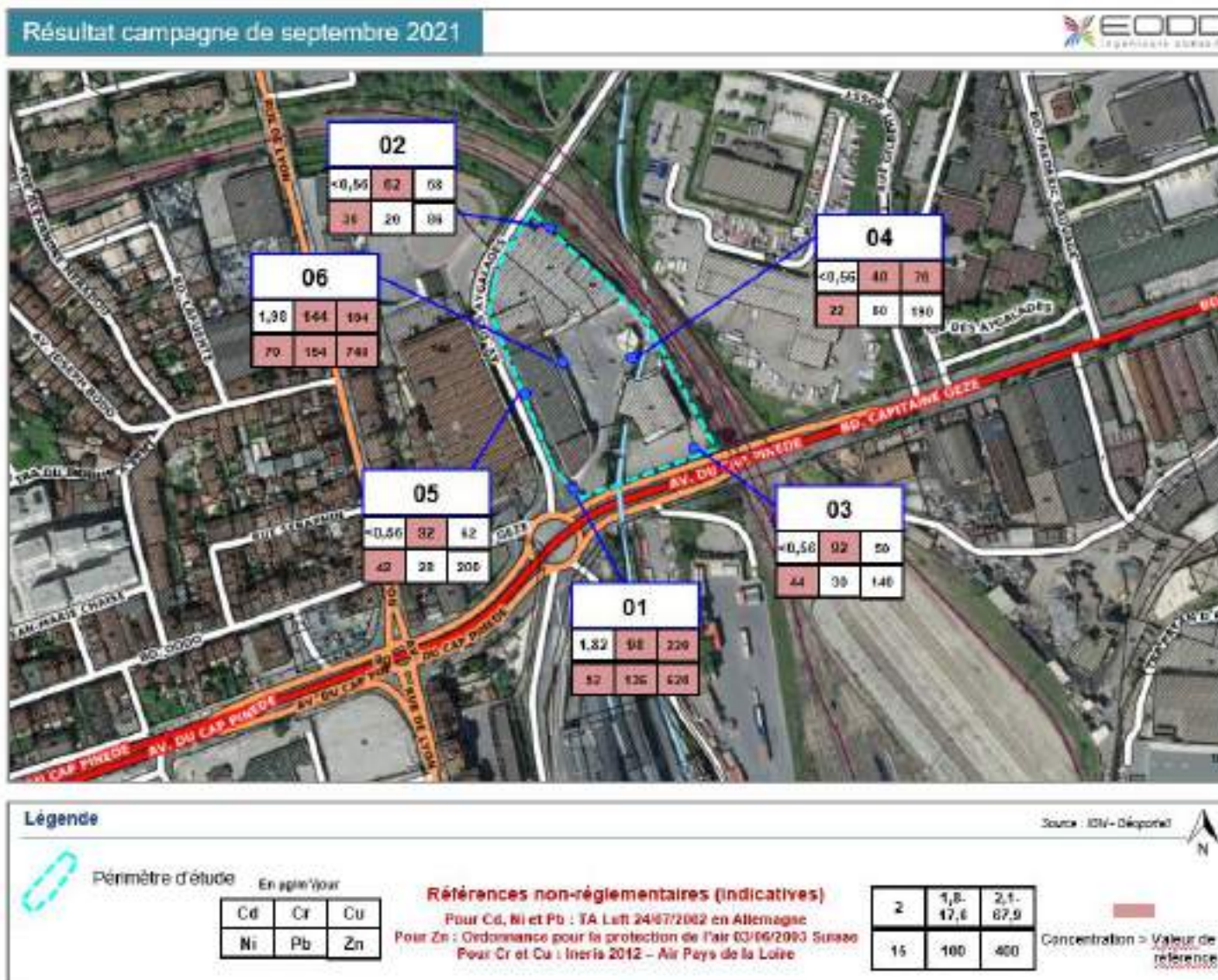


Figure 41 : Cartographie des résultats de la campagne de mesures sur site de septembre 2021 – Polluants non suivis réglementairement



## 6.3 INTERPRETATION PAR POLLUANT

**Le NO<sub>2</sub> et le SO<sub>2</sub> sont les deux seuls polluants pour lesquels il existe des valeurs réglementaires auxquelles on peut se référer dans le cadre de la campagne de mesures in situ.**

### 6.3.1 DIOXYDE D'AZOTE (NO<sub>2</sub>)

Les résultats aux différents points sont dans la même gamme de valeurs.

Une faible variation spatiale des concentrations est observée. Il s'agit donc d'une pollution diffuse sur le secteur d'étude.

Les oxydes d'azote (communément définis comme NO<sub>x</sub> = NO + NO<sub>2</sub>) proviennent essentiellement de la combustion des combustibles fossiles et de quelques procédés industriels (production d'acide nitrique, fabrication d'engrais, traitement de surfaces, etc.).

Ces concentrations mesurées, plutôt moyennes en été, peuvent s'expliquer en raison des variations saisonnières des émissions de dioxyde d'azote. Les niveaux de dioxyde d'azote sont d'ordinaire plus soutenus en période hivernale qu'en période estivale pour deux raisons (source : Airparif) :

- **Emissions** : Le dioxyde d'azote est rejeté majoritairement par le trafic routier qui connaît un fléchissement au mois d'août. Il est également émis en partie par le chauffage résidentiel (plus soutenu pendant la période hivernale).
- **Réaction chimique** : en période estivale, le dioxyde d'azote subit une transformation chimique pour former de l'ozone. Ses concentrations dans l'air ambiant sont donc moins soutenues.

Les points 1 et 5 présentent une valeur de concentration en NO<sub>2</sub> supérieure à la valeur seuil réglementaire. Ces deux points de mesure se localisent le long d'axe routier ce qui explique leur forte concentration par rapport aux autres points situés en recul des infrastructures. Cela montre également que la diffusion de ce polluant ne se fait pas en direction du site de projet ou alors que les bâtiments présents font « obstacle » à la propagation de ces polluants dans l'air.

### 6.3.2 DIOXYDE DE SOUFRE (SO<sub>2</sub>)

Les résultats sont dans la même gamme de valeurs.

Les concentrations observées **lors de la campagne de mesure (septembre 2021)** sont toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire qui est bien inférieure à la valeur seuil réglementaire.

**Aucune anomalie n'est donc observée pour ce paramètre.**

Les rejets de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) sont dus en grande majorité à l'utilisation de combustibles fossiles soufrés (charbon, lignite, coke de pétrole, fioul lourd, fioul domestique, gazole, etc.).

### 6.3.3 METAUX LOURDS

Les résultats ne sont pas dans les mêmes gammes de valeurs aux différents points. Il n'existe pas de seuil réglementaire pour ces substances.

**Les concentrations sont inférieures aux valeurs guides essentiellement pour le cadmium :**

- Les émissions anthropiques de cadmium (Cd) sont induites par la production de zinc et l'incinération de déchets essentiellement. La combustion des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et de la biomasse engendre également une part significative des émissions.

Des dépassements aux valeurs guides en milieu urbain sont observées pour les substances suivantes sur au moins l'un des points de mesure :

- **Le plomb (Pb) : Des dépassement de la valeur guide ont été observés sur deux points.** Il était principalement émis par le trafic automobile jusqu'à l'interdiction de l'essence plombée (1er janvier 2000). Les autres sources de plomb sont la première et de la seconde fusion du plomb, la fabrication de batteries électriques, la fabrication de certains verres (cristal), etc.  
Le centre du site était un lieu de passage et de stockage de toutes sortes de matières au vu de la diversité des entreprises présents : zone de stockage DIB, zone de dépôt de déchets potentiellement polluants, stockages de mobiliers, emballages plastiques et cartons.
- **Chrome (Cr) : les concentrations observées sur le secteur d'étude pour le chrome sont jusqu'à quatre fois plus élevées que les valeurs de référence. Elles sont excessivement hautes avec des concentrations allant jusqu'à 144 µg/m<sup>3</sup> au point 06.**  
Le chrome est un polluant en partie issu de l'érosion des freins des véhicules et des trains et émis au roulage (érosion des pneumatiques, des roues et des rails des trains etc.), mais il peut aussi avoir comme origine des aciéries électriques et des fonderies de fonte ainsi que de certaines installations de production de verre. **Le dépassement des seuils peut être lié à la présence des axes de transport (roue, fer), ainsi que d'activité industrielle à proximité du secteur d'étude, comme par exemple, les entreprises de démantèlement d'épaves ou encore un commerce de détail d'équipements automobiles.**
- **Cuivre (Cu) : la valeur guide est dépassée de manière certaine au point le plus proche des infrastructures et au cœur du site d'étude.**  
Le cuivre provient majoritairement de l'usure des caténaires induit par le trafic ferroviaire et de l'usure des plaquettes de frein des véhicules. Le point 1 est directement exposé aux trafics routiers ce qui peut expliquer sa valeur relativement haute : 220 µg/m<sup>2</sup>/jour.  
**Le trafic ferroviaire ainsi que le trafic routier peut-être la source de l'émission de cuivre qui mène au dépassement de la valeur guide.** Cependant, les points 4 et 6 présentant un dépassement ne sont pas les plus proches des voies ferroviaires ni routières : deux explications sont possibles, ces particules auront pu être portées jusqu'à la zone centrale la plus découverte et la partie centrale du site d'étude était un lieu de stockage par l'ensemble des entreprises travaillant sur site. Au vu de la nature de l'ensemble de ces entreprises, ceci peut expliquer certaines pollutions.
- **Nickel (Ni) : dépassement de la valeur guide (15 µg/m<sup>2</sup>/jour) au droit de tous les points de mesures. Les points présentant les plus fortes valeurs sont : 1,6, 3 et 5 avec respectivement 52 µg/m<sup>2</sup>/jour, 70 µg/m<sup>2</sup>/jour, 44 µg/m<sup>2</sup>/jour et 42 µg/m<sup>2</sup>/jour.**  
Le nickel est émis essentiellement par la combustion du fioul lourd qui contient de traces de ce métal mais aussi par les aciéries électriques ou industrie de traitement de surface. **Le dépassement des valeurs guides pourraient être lié à la présence des travaux sur le site d'étude, ainsi qu'à la proximité d'installations industrielles notamment celle sur le démantèlement d'épaves (cf. partie 4.2.1).**

- **Zinc (Zn) : deux dépassements significatifs de la valeur guide (400 µg/m<sup>2</sup>/jour) par la valeur correspondant au point de mesure le plus central et au droit de l'entrée du site.**  
Le zinc provient de la combustion du charbon et du fioul lourd mais aussi de certains procédés industriels appartenant à la métallurgie des métaux ferreux et non ferreux ainsi qu'à l'incinération des déchets.  
**On pourrait expliquer ce dépassement par la proximité d'installations industrielles potentiellement émettrices de ce type d'éléments** (cf paragraphe 4.2.1).

#### 6.4 INTERPRETATION POUR CERTAINS POINTS DE MESURE

- **Point 01**

Les mesures au point 01 peuvent se révéler les plus fortes que les autres dans la mesure où les supports étaient placés au droit de l'entrée du site, face au giratoire de l'avenue du capitaine Gèze (nœud routier).

- **Point 06**

Le point 06 présente des concentrations de polluants plus élevées que les autres points. Ce point est localisé au centre du site, lieu de stockage et de passage des l'ensemble des entreprises présentent sur le site.

**Les polluants pour lesquels les valeurs de référence sont dépassées sur l'ensemble des points sont le chrome et le nickel.**

Les valeurs de référence sont ensuite dépassées pour d'autres polluants mais cela ne concerne que certains points. Les dépassements peuvent s'expliquer également en raison de la proximité d'entreprises pouvant générer ce genre de métaux ou encore avec la proximité des infrastructures de transports routiers et ferroviaires.

#### 6.5 INTERPRETATION GENERALE DES RESULTATS DES CAMPAGNES ET ENJEUX LIES A LA POLLUTION DE L'AIR SUR LE SECTEUR DU PROJET

Les points 01 et 06 présentent le plus de dépassement de valeurs cibles de référence au niveau des métaux où seul le Cadmium est en dessous de la valeur de référence. Et ce sont les points 01 et 05 où il a été observé des concentrations en deçà de la valeur de référence pour le NO<sub>2</sub>. Cela s'explique par la localisation au droit du giratoire du capitaine Gèze pour le point 01 et le long de l'avenue Ibrahim Ali pour le point 05.

Il reste cependant difficile d'identifier la part des polluants imputable aux industries et axes de transport à proximité (participant à la pollution « de fond » sur le territoire).

Les émissions de polluants et leur transformation en polluants dérivés constituent un risque sanitaire plus ou moins grand en fonction de leur nature mais aussi et surtout de leur concentration dans l'air que nous respirons. La surveillance de la qualité de l'air permet de connaître l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique et de quantifier les risques engendrés par cette exposition.

Compte tenu du projet d'aménagement, les enjeux liés à la pollution de l'air sont liés à l'exposition des futurs usagers du secteur d'étude. **Deux dépassements des valeurs réglementaires en NO<sub>2</sub> ont été observé au droit des point 01 et 05.**

Au-delà des enjeux réglementaires et au vu des résultats, les valeurs guides pour les autres polluants sont :

- respectées sur les 6 points de mesures pour le SO<sub>2</sub> et le cadmium (métaux) ;
- et sont dépassées en chrome et nickel (pour tous les points).

**Cette conclusion partielle (mesures in situ uniquement) amène la qualité de l'air sur le site, une fois les travaux terminés, à être compatible avec le projet.**



## 7. RISQUES SANITAIRES

### 7.1 BILAN ET COMPARAISON AUX SEUILS REGLEMENTAIRES

D'après la campagne de mesures in situ, les polluants suivants présentent des dépassements aux seuils réglementaires :

- **Le Nickel (Ni) et le Chrome (Cr)**, d'après les mesures in situ (dépassements ponctuels).  
Remarque : les résultats des mesures en Ni et Cr sont comparés à des valeurs de référence mais non réglementaires, car il n'en existe pas.

Espèce	Mesure in situ – octobre 2021
NO <sub>2</sub>	Dépassement du seuil réglementaire (pour les points 1 et 5)
SO <sub>2</sub>	Inférieure au seuil réglementaire
Ni	Dépassements de la valeur de référence
Cr	Dépassements de la valeur de référence
Cd	Inférieur aux seuils de référence
Pb	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1 et 6)
Zn	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1 et 6)
Cu	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1, 4 et 6)

Tableau 18 : Tableau récapitulatifs des résultats de la campagne de mesure de la qualité de l'air

Pour rappel, concernant les mesures in situ, qui reflètent des situations ponctuelles, seuls le NO<sub>2</sub> et le SO<sub>2</sub> sont réglementés en France. Les autres polluants mesurés sont comparés à des valeurs de référence à titre informatif.

### 7.2 SUBSTANCES ETUDIEES : ORIGINE ET IMPACTS SUR LA SANTE

#### 7.2.1 OXYDES D'AZOTE (NOX)

D'après Atmo, les émissions d'oxydes d'azote (monoxyde d'azote et dioxyde d'azote) apparaissent dans toutes les combustions, à haute température, de combustibles fossiles (charbon, fuel, pétrole...). Le monoxyde d'azote (NO) n'est pas toxique pour l'homme aux concentrations auxquelles on le rencontre dans l'environnement, contrairement au dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).

Le secteur du trafic routier est responsable de plus de la moitié des émissions de NO<sub>x</sub> et le chauffage de près de 20%.

#### Zoom sur le NO<sub>2</sub>

Le dioxyde d'azote provient de l'oxydation du monoxyde d'azote rejeté dans l'atmosphère par l'ozone. Mais une partie du dioxyde d'azote est également émise telle quelle dans l'atmosphère.

Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) est principalement produit par les moteurs à combustion interne. Ses effets sur la santé sont les suivants :

- C'est un gaz toxique entraînant une inflammation importante des voies respiratoires à des concentrations dépassant 200 µg/m<sup>3</sup>, sur de courtes durées.
- C'est le principal agent responsable de la formation des aérosols de nitrates, qui représentent une proportion importante des PM<sub>2.5</sub> et d'ozone, en présence de rayons ultraviolets.

- Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO<sub>2</sub>. On associe également une diminution de la fonction pulmonaire aux concentrations actuellement mesurées (ou observées) dans les villes d'Europe et d'Amérique du Nord.

### 7.2.2 DIOXYDE DE SOUFRE (SO<sub>2</sub>)

D'après les données Atmo, les émissions de dioxyde de soufre proviennent de la combustion de combustibles fossiles (fioul, charbon, gazole...) mais dépendent de la teneur en soufre de ceux-ci.

Ce gaz irrite les muqueuses de la peau et des voies respiratoires supérieures.

A plus de 50% il est rejeté dans l'atmosphère par les activités industrielles, dont celles liées à la production d'énergie comme les centrales thermiques. Mais il est également émis par le chauffage résidentiel, commercial ou des entreprises.

### 7.2.3 METAUX LOURDS

D'après les données Atmo, cette famille comprend le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni). Les métaux proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères mais aussi de certains procédés industriels.

Le plomb était principalement émis par le trafic routier jusqu'à l'interdiction totale de l'essence plombée en 2000, ne posant ainsi plus de problème dans l'air marseillais.

Ces polluants peuvent s'accumuler dans l'organisme, avec des effets toxiques à plus ou moins long terme.